BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

G. H. NIEWENGLOWSKI

LA PHOTOGRAPHIE

ET

LA PHOTOCHIMIE

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉM. ALGLAVE

XVIII

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY



NAPLES. VU DE LA JETÉE.

Phototypie de MM. Berthaud frères (voir page 116)

LA

PHOTOGRAPHIE

ET LA

PHOTOCHIMIE

PAR

G.-H. NIEWENGLOWSKI
Préparateur de chimie à la Faculté des sciences de Paris
Directeur du Journal « *La Photographie.* »

Avec 120 gravures dans le texte.

ET UNE PLANCHE EN PHOTOTYPIE HORS TEXTE

PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1897



LA PHOTOGRAPHIE

ET

LA PHOTOCHIMIE

INTRODUCTION

Images données par les petites ouvertures. — La chambre noire de J.-B. Porta. — Le but de la photographie.

L'une des propriétés de la lumière les plus anciennement connues est sa propagation en ligne droite : on ne peut voir la flamme d'une bougie à travers un écran opaque percé d'une petite ouverture que si la flamme, l'ouverture et l'œil sont en ligne droite. On appelle *rayon lumineux* la droite que suit la lumière pour aller d'un point à un autre.

Cette propagation rectiligne donne l'explication des ombres projetées derrière eux par les corps opaques et des images produites dans une chambre noire à travers une petite ouverture. Ces images ont été observées pour la première fois par Léonard de Vinci et non par J.-B. Porta, comme on a l'habitude de le dire.

Si dans le volet d'une chambre obscure on perce un petit trou O (fig. 1), on voit apparaître sur le mur opposé W, une image renversée des objets extérieurs. Chacun des points tel que *g* d'un de ces

objets peut être assimilé à une source lumineuse qui rayonne de tous côtés des rayons lumineux. Mais, parmi eux, seuls peuvent pénétrer dans la chambre noire ceux qui sont compris dans un cône de sommet *g* qui s'appuie sur le contour de l'ouverture O. Ce cône lumineux coupe la paroi W de la chambre opposée à l'ouverture selon une petite surface qu'il éclaire et qui se présente à l'observateur sous l'aspect d'une petite tache lumineuse de même

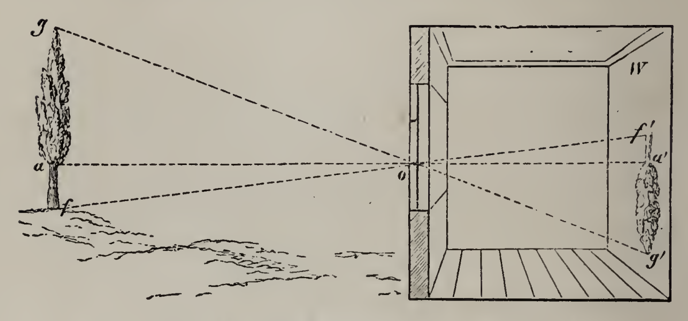


Fig. 1. — Expérience de J.-B. Porta.

forme que l'ouverture. Si celle-ci est assez petite, la petite tache semblera pour un observateur placé assez loin, se réduire à un point *g'*, appelé image du point *g*. Chacun des points de l'objet se comportant comme le point *g*, leur ensemble donne sur le mur une image grossière, renversée, de l'objet.

Cette image est d'autant plus nette que l'ouverture est plus petite ; mais elle est aussi d'autant plus sombre.

J.-B. Porta le premier remarqua qu'en adaptant à une ouverture assez grande une lentille convergente, l'image était beaucoup plus nette et mieux éclairée,

mais à la condition que le mur sur lequel elle se dessine soit à une distance convenable de la lentille, dépendant de cette dernière.

Quand il en est ainsi, on dit que l'*image est au point.* On ne tarda pas à remplacer la chambre par une boîte portative dont la paroi antérieure W était percée d'une ouverture portant la lentille et dont la paroi postérieure était remplacée par un verre dépoli S, sur lequel l'observateur, entourant sa tête

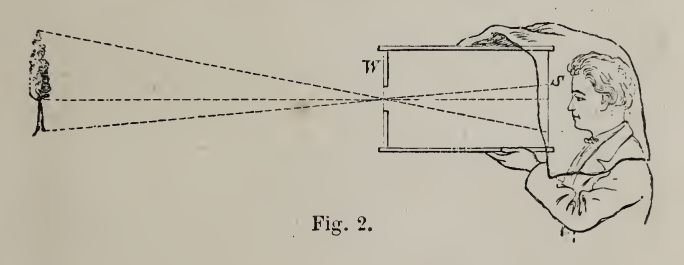


Fig. 2.

d'un voile noir, pouvait regarder l'image des objets placés en face de lui (fig. 2); telle est la chambre noire employée par les dessinateurs.

Ces images produites sur le verre dépoli de la chambre noire procurent toujours à l'œil une sensation très agréable alors même que les objets qu'elles représentent nous sont indifférents.

Et cependant ils sont exactement reproduits, avec leur forme et leurs couleurs ; si quelques-uns d'entre eux sont en mouvement, ce mouvement est aussi fidèlement reproduit. Aussi n'est-il pas étonnant que le plaisir qu'on éprouve à regarder ces images fugitives ait donné aux premiers physiciens qui les ont observées le désir de les rendre permanentes. Fixer l'image des objets avec leur triple

caractère de forme, de couleurs et de mouvement, tel est le problème de la photographie. Mais il n'a pas été résolu entièrement du premier coup. Les inventeurs de la photographie, Niepce et Daguerre (1839), ne purent reproduire que le modelé des objets ; ce n'est que plus tard, grâce aux travaux de Ducos du Hauron, de Charles Cros (1869) et surtout de M. Gabriel Lippmann (1892) que l'on est parvenu à reproduire le coloris de ces images.

MM. Muybridge et Marey ont appris à *analyser* en quelque sorte le mouvement d'un objet en en prenant, grâce à la photographie, une série d'images à des intervalles de temps plus ou moins longs, selon sa rapidité et, tout récemment, MM. Edison, Demeny, Lumière ont imaginé divers appareils qui permettent, à l'aide de ces images, de reconstituer l'illusion de ce mouvement.

Depuis, un grand nombre d'inventeurs se sont engagés dans la même voie et il ne serait pas étonnant que d'ici peu de temps, un de ces appareils reproduisît non seulement le mouvement, mais aussi les couleurs et le relief des objets représentés.

Nous nous proposons de décrire avec détail, de passer en revue les diverses phases par lesquelles ont passé les recherches qui ont abouti à la solution définitive du triple problème de la photographie et de donner un aperçu des nombreuses applications de l'invention française la plus féconde de ce siècle, applications dont le nombre ne fera que s'accroître.

CHAPITRE PREMIER

NOTIONS DE PHOTOCHIMIE

Actions chimiques produites par la lumière : actions réductrices; actions oxydantes; actions superposées. — Substances révélatrices.

Les divers procédés employés pour fixer les images données par les lentilles sont basés sur les transformations que la lumière produit sur un grand nombre de corps; ces transformations étaient bien connues des anciens : « Pline, cent ans après Jésus-« Christ, Vitruve, cent ans avant, mentionnent que « le soleil altère les couleurs. Vitruve recommande « en conséquence de placer les tableaux de préfé-« rence du côté du nord et, bien avant lui, les tein-« turiers phéniciens avaient reconnu que les rayons « du soleil rendaient plus éclatante la teinture de la « pourpre et, bien avant eux, les petites maîtresses « de tous pays, et de tous temps n'ont-elles pas cher-« ché à garantir leur teint des baisers du soleil [1] ? »

L'alchimiste Fabricius en 1565 observa qu'un

(1) DAVANNE. — *Invention et applications de la photographie.* Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers le 22 novembre 1894.

minéral assez rare, d'aspect vitreux, de couleur blanche, qu'il appelait la *lune cornée* et que nous appelons le chlorure d'argent, se colorait en violet sous l'action des rayons solaires : la coloration était d'autant plus intense que la lumière agissait plus longtemps.

A la fin du siècle dernier, de 1780 à 1802, un grand nombre de chimistes, notamment Scheele, H. Davy, Wedgood, Berthollet, Bergmann, Harop, Meyer,

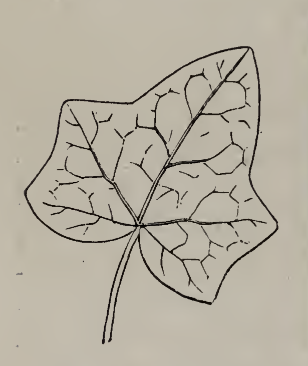


Fig. 3. — Feuille de lierre.



Fig. 4. — Photocalque de feuille de lierre, obtenu sur papier imprégné d'azotate d'argent.

Hagemann étudièrent les modifications subies par un grand nombre de corps quand on les soumet à la lumière. Ils observèrent, en particulier, qu'un papier ou une substance organique quelconque, trempé dans une solution d'azotate d'argent et séché à l'obscurité, noircissait à la lumière. Wedgood, fils d'un marchand de porcelaine, utilisa cette propriété pour obtenir la silhouette, l'ombre de divers objets,

notamment de feuilles d'arbre : il les plaçait au-dessus d'un tel papier et obtenait une image telle que celle de la figure 4. Déjà, en 1800, un physicien français, Charles, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, enduisait de chlorure d'argent une feuille de papier sur laquelle il projetait l'ombre d'un de ses élèves. Dans la partie exposée à la lumière, le chlorure d'argent noircissait, restant au contraire intact dans les parties à l'ombre.

Il reproduisit aussi, dit-on, quelques gravures en exposant sous elles à la lumière une feuille de ce papier sensible comme le faisait Wedgood pour les feuilles d'arbre. Mais, une fois le modèle retiré, si on *maintenait au jour* ce calque grossier, il noircissait uniformément.

Les modifications que la lumière fait subir aux divers corps est tantôt d'ordre physique, tantôt d'ordre chimique.

Le premier cas se présente pour le soufre, le sélénium et le phosphore. La lumière transforme le soufre en une variété allotropique, insoluble dans le sulfure de carbone, le sélénium amorphe en sélénium cristallisé qui conduit mieux l'électricité (application au photophone) ; la surface d'un morceau de phosphore blanc exposé à la lumière se couvre d'une couche de phosphore rouge.

Les métaux, le verre et beaucoup de corps polis acquièrent sous l'action des radiations solaires la propriété, observée par Moser en 1842, de condenser à leur surface les vapeurs, notamment la

vapeur d'eau et la vapeur de mercure. C'est ainsi que, si au-dessus d'une lame polie on place un dessin sur verre formé de lignes blanches sur fond noir, et si on l'expose au soleil, on n'est pas peu surpris quelques heures, quelques jours même après l'insolation, de voir le dessin apparaître au souffle de l'haleine sur la plaque polie. Celle-ci portait en quelque sorte une *image latente* du dessin, image révélée par l'haleine.

Les actions d'ordre chimique produites par la lumière peuvent être réductrices, oxydantes ou des actions réductrices et oxydantes superposées.

La plus simple des actions réductrices est le noircissement du chlorure d'argent, dû à la présence d'argent provenant de sa décomposition; la matière noire qui prend naissance se dissout dans l'acide azotique avec dégagement de vapeurs rutilantes, indiquant bien qu'elle n'est autre que de l'argent métallique. Il en est de même en général des chlorures, bromures, iodures et cyanures des métaux les moins oxydables tels que l'argent, le mercure, le fer et le platine.

L'acide azotique perd à la lumière une partie de son oxygène et dégage des vapeurs rutilantes. C'est enfin sous l'influence de la lumière que les parties vertes des plantes décomposent le gaz carbonique contenu dans l'air en oxygène qui se dégage et en carbone qui, s'unissant aux éléments de l'eau produit les diverses substances qu'on rencontre dans les plantes (cellulose, amidon, etc.).

Un grand nombre de composés suroxygénés sont réduits partiellement : c'est ainsi que les sels ferriques passent à l'état de sels ferreux, que le chlorure mercurique (vulgairement *sublime*) se transforme en chlorure mercureux (vulgairement *calomel*) avec dégagement de chlore.

Si, comme nous venons de le voir, la lumière tend à séparer l'oxygène et les éléments halogènes des métaux, elle provoque encore plus facilement leur combinaison à l'hydrogène et aux matières organiques. C'est ainsi qu'un mélange à volumes égaux de chlore et d'hydrogène, qui peut se conserver indéfiniment dans l'obscurité, détone violemment dès qu'on projette sur lui les rayons solaires, avec formation de gaz chlorhydrique ; de même, volumes égaux d'hydrogène et de vapeur de brome s'unissent sous l'action de la lumière pour donner un volume double de gaz bromhydrique, mais la réaction est bien moins vive.

Le protoxyde de plomb qui est jaune, connu sous le nom de massicot ou de litharge, se transforme à la lumière en oxyde salin rouge, le minium ; le sulfure de plomb, en présence d'air ou d'oxygène, passe à l'état de sulfate.

Mais ce sont surtout les composés organiques qui présentent les phénomènes d'oxydation les plus nets dus à la lumière ; ils prennent l'oxygène de l'air dont l'humidité intervient souvent aussi. Le résultat est généralement une décoloration qu'on observe journellement sur les étoffes dites de mauvais

teint ; on dit souvent que la lumière les ronge. On utilise d'ailleurs industriellement cette décoloration pour blanchir les huiles, la cire et les toiles écrues (blanchiment au pré). La résine de gaïac blanche, bleuit en s'oxydant à la lumière. L'acide tartrique et l'acide oxalique s'oxydent sous l'influence des radiations solaires avec formation de gaz carbonique, d'acide formique et d'eau.

L'oxydation du bitume de Judée est particulièrement intéressante : elle lui fait perdre sa solubilité dans les essences. J. Nicéphore Niepce, qui a découvert cette propriété, l'appliquait en 1813 à la reproduction des gravures : une plaque d'argent bruni recouverte d'une couche mince de bitume de Judée était exposée au soleil derrière une gravure ; quand il jugeait l'insolation convenable, il plongeait la plaque dans un mélange d'huile de lavande et de pétrole qui dissolvait toutes les parties sur lesquelles la lumière n'avait pas agi, mettant ainsi à nu le métal avec son aspect noir bruni. Les parties impressionnées par la lumière, c'est-à-dire correspondant aux blancs de la gravure, prenaient l'aspect blanc du bitume de Judée insolé. D'après Kayser, le bitume de Judée subirait non une oxydation, mais une sorte de polymérisation : en effet, la transformation en bitume insoluble se produit aussi bien à l'abri de l'air, et semble ne pas être accompagnée d'une augmentation de poids qui aurait lieu si de l'oxygène était absorbé.

Les effets de la lumière sont plus intenses lors-

qu'on met en présence des substances susceptibles d'être réduites et d'autres capables de s'unir à l'oxygène ou aux halogènes abandonnés par les premières. C'est ainsi que la gélatine, l'albumine ou la gomme imprégnée d'un sel ferrique perd sous l'action de la lumière la propriété de se gonfler dans l'eau froide et de se dissoudre dans l'eau chaude : le sel ferrique a été réduit, la substance organique oxydée.

Un grand nombre de composés même ne sont réduits à la lumière qu'en présence de substances organiques capables de s'oxyder; c'est ainsi que le bichromate de potassium, inaltéré quand il est pur, est réduit en présence de matières organiques, à l'état de chromate de potassium et d'oxyde de chrome; ce dernier, quand la matière organique est une substance colloïdale telle que la gélatine, l'albumine ou la gomme, s'unit à elle et la rend insoluble dans l'eau chaude; c'est là une propriété qui a reçu de nombreuses applications en photographie.

De même, une solution alcoolique de sulfate uranique se trouble à la lumière par suite de la formation de cristaux de sulfate uraneux, tandis qu'une solution aqueuse du même sel demeure transparente. Il en est de même de l'azotate et de l'oxalate uraniques qui, en présence de matières organiques, de papier par exemple, passent à l'état de sels uraneux. L'azotate d'argent pur et seul reste inaltéré à la lumière ; en présence d'une substance organique, il est réduit; cette réaction est depuis longtemps

utilisée pour marquer le linge : les caractères tracés avec une solution d'azotate d'argent noircissent à la lumière et résistent aux lessives.

Un fait très curieux est que, dans certains cas, il suffit d'exposer à la lumière un seul des éléments d'un tel mélange et d'ajouter l'autre ensuite. C'est ainsi qu'un papier imprégné d'un mélange d'iodure d'argent et d'acide gallique ou de sulfate ferreux, noircit à la lumière. Si le papier est imprégné seulement d'iodure d'argent il semble ne subir aucune action de la part de la lumière; mais, dès qu'on le plonge dans une solution d'acide gallique ou de sulfate ferreux, il noircit. L'action de la lumière était *latente*. La substance, telle que l'iodure d'argent, qui reçoit et conserve l'action de la lumière est dite *substance impressionnable*. Le tableau suivant, dû à Niepce de Saint-Victor, et extrait du *Cours de physique* de MM. Jamin et Bouty[1], donne un grand nombre de faits analogues.

L'expérience montre que les rôles peuvent être renversés, et qu'on peut intervertir l'ordre des deux premières colonnes du tableau ci-contre :

(1) Jamin et Bouty. — *Cours de physique de l'Ecole polytechnique*, 4e édition, 1887. Tome III, 3e fascicule, page 254.

SUBSTANCES — IMPRESSIONNABLES	SUBSTANCES — RÉVÉLATRICES	RÉSULTATS
Papier imprégné de :		
1° Rien.	Sel d'argent.	Image noire ordinaire.
2° Azotate ou iodure d'argent	Sulfate ferreux ou acide gallique .	Image noire ordinaire.
3° Azotate d'uranium	Eau.	Action prolongée de la lumière : image négative grise, disparaissant à l'obscurité, se reproduisant à la lumière.
	Prussiate rouge de potassium . .	Image rouge sanguine positive passant au bleu par le sulfate ferreux.
4° Azotate d'uranium et acide tartrique.	Azotate d'argent ou chlorure d'or.	Images inaltérables.
5° Chlorure d'or	Azotate d'uranium ; sulfate ferreux ou de cuivre; chlorure mercurique ; sel d'étain.	
6° Acide gallique	Sulfate ferreux	Image noir bleu.
	Prussiate rouge de potassium . .	Image bleue.
7° Prussiate rouge de potassium. . .	Eau; chlorure mercurique; acide gallique ; sel d'argent	Image bleue activée par les acides et la chaleur.
8° Chlorure mercurique.	Chlorure stanneux, soude, potasse, sulfure de sodium.	
9° Bichromate de potassium.	Sel d'argent.	Image positive rouge pourpre.
10° Amidon	Tournesol bleu.	Image rouge.
	Iodure de potassium.	Image brun rouge.
	Indigo blanc.	Image bleue.
	Campêche.	Image rouge.

CHAPITRE II

MÉCANISME DES ACTIONS CHIMIQUES DE LA LUMIÈRE

Nature de la lumière. — Structure des corps. — Chocs des atomes d'éthers et des atomes matériels. — Actions chimiques des diverses couleurs du spectre. — Théories dynamique et chimique. — Théorie de Niepce de Saint-Victor.

Il est nécessaire, avant de se demander comment agit la lumière pour provoquer les diverses actions chimiques que nous venons de passer en revue, de savoir ce qu'est la lumière. Newton a montré que la lumière blanche du soleil était en réalité complexe. Si en effet on laisse entrer dans une chambre obscure un petit faisceau de lumière solaire et si on le reçoit sur un prisme, il traverse ce dernier et en sort dévié de sa direction primitive et de plus étalé et nuancé de vives couleurs. Si on reçoit le faisceau lumineux à sa sortie du prisme sur un écran blanc, on y voit une image allongée présentant les couleurs bien connues de l'arc-en-ciel ; cette image est ce qu'on appelle un *spectre*. Bien que les teintes se suivent et se fondent insensiblement les unes dans les autres, on continue de distinguer sept

nuances principales : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet; mais notre œil n'est impressionné que par une faible région du spectre solaire. Si en effet on promène le long d'un tel spectre un thermomètre très sensible tel qu'une pile thermo-

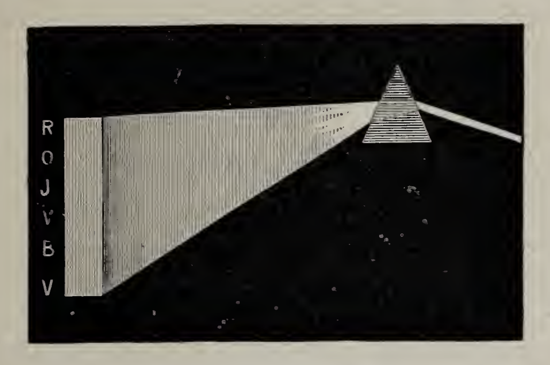


Fig. 5. — Spectre solaire.

électrique ou mieux un bolomètre [1], on constate que le spectre renferme de la chaleur rayonnante, dont l'intensité est d'autant plus grande qu'on avance vers le rouge et que les propriétés calorifiques se manifestent même au delà du rouge, dans une région quatre à cinq fois aussi étendue que la région visible. On a aussi constaté que les diverses régions du spectre étaient capables de produire des actions chimiques dont le sens et l'intensité dé-

(1) Instrument dû à Langley, basé sur les variations de résistance électrique que la chaleur fait subir à un fil métallique. On trouvera tous les détails désirables sur la nature de la lumière dans la deuxième partie de l'ouvrage de MM. G.-H. Niewenglowski et A. Ernault, *Les couleurs et la photographie*, Paris, Société d'éditions scientifiques.

pendent de la couleur qui agit; ces actions chimiques ont permis de montrer que le spectre s'étendait aussi au delà du violet et on a pu ainsi explorer dans l'ultra-violet une région six à sept fois aussi étendue que la région visible.

Ainsi donc, chaque région du spectre semble susceptible de propriétés lumineuses, calorifiques et chimiques ; les anciens physiciens distinguaient un spectre lumineux, un spectre calorifique et un spectre chimique et parlaient de rayons calorifiques et de rayons chimiques comme on parle d'un rayon lumineux. Mais, d'une part, on ne peut séparer un rayon lumineux, un rayon calorifique et un rayon chimique pris dans la même région d'un spectre ; et d'autre part quand l'un des trois pouvoirs calorifique, lumineux ou chimique d'une région du spectre varie, les intensités des deux autres pouvoirs varient dans le même rapport : on en conclut que les effets chimiques, calorifiques et lumineux ne sont que des manifestations diverses, suivant les corps impressionnés, d'un seul et même agent ; nous l'appellerons la *radiation*.

Quant à la nature intime de cet agent, nous ne pouvons la connaître qu'après avoir rappelé les conceptions modernes de la nature. On considère la nature comme formée de matière groupée en portions que nous appelons les objets ou corps matériels, et on appelle énergie la propriété qu'a une portion de matière d'agir sur une autre portion de matière ou sur nos sens.

La matière est divisible ; mais on admet que cette divisibilité est limitée et que les corps sont formés de particules très petites, les molécules ; celles-ci seraient elles-mêmes composées d'éléments plus petits, les atomes ; chaque molécule d'un corps simple ne renfermerait que des atomes identiques, tandis que chaque molécule d'un corps composé serait un édifice d'atomes dissemblables.

En outre, les molécules matérielles seraient séparées par des intervalles, les intervalles moléculaires remplis par une matière très raréfiée, très élastique et peu dense et qui remplirait l'univers : l'*éther*. Ce fluide serait, comme la matière, formé d'atomes animés de forces attractives et répulsives de même nature que les forces moléculaires.

On admet aussi que les molécules de la matière et celles de l'éther sont animées de mouvements complexes dont le principal est un mouvement ondulatoire. Pour nous représenter un tel mouvement, supposons qu'un système de forces agissant d'une manière continue sur une molécule la maintienne dans une certaine position d'équilibre ; si nous faisons intervenir une nouvelle force ne durant qu'un instant, un choc par exemple, la molécule sera écartée de sa position d'équilibre ; si la molécule était libre, dès le choc supprimé, elle prendrait, en vertu du principe de l'inertie, un mouvement rectiligne uniforme ; mais le système de forces continues ralentit son mouvement et finit par annuler l'effet de la force perturbatrice quand

la molécule a atteint une certaine position; elle tend alors à revenir vers sa position d'équilibre qu'elle dépasse en vertu de sa vitesse acquise, jusqu'à ce qu'elle ait atteint la position symétrique de celle où l'effet perturbateur a été annulé, par rapport à sa position d'équilibre.. Elle rebrousse alors chemin pour se diriger à nouveau vers sa position d'équilibre qu'elle dépasse encore : elle exécute ainsi une série d'*oscillations* ou *vibrations* autour de cette position d'équilibre. Le temps que dure une oscillation est la période.

Si la molécule vibrante n'est pas seule, les molécules qui l'entourent vibrent à leur tour et le mouvement se propage ; nous aurons une idée du mode de propagation en nous rappelant ce qui se passe quand on jette une pierre à la surface d'une eau tranquille. La pierre, en s'enfonçant, déprime d'abord l'eau à l'endroit où elle tombe ; mais, immédiatement, l'eau se soulève produisant ainsi une saillie qui ne tarde pas à être suivie d'une dépression ou onde rentrante ; tandis que se fait ce changement, la zone de liquide qui entoure le centre d'ébranlement se soulève à son tour et ainsi de suite de sorte qu'on voit des anneaux circulaires alternativement soulevés et déprimés gagner de proche en proche les bords du bassin ; l'expérience montre aisément que le mouvement seul se transmet, mais qu'il n'y a pas transport de liquide ; en effet, un brin de paille jeté sur l'eau s'élève et s'abaisse alternativement, mais ne s'éloigne ni se

rapproche du centre d'ébranlement. On donne le nom d'onde à chaque anneau circulaire.

On a encore une idée assez nette de ce qu'est une onde en observant l'effet d'un coup de vent sur un champ de blé : les épis s'abaissent et se relèvent alternativement sans se déplacer.

La distance parcourue par une onde pendant une seconde est la vitesse de propagation du mouvement ; on appelle longueur d'onde la distance parcourue pendant une période; la longueur d'onde est, pour divers mouvements vibratoires se propageant avec la même vitesse, en raison inverse du nombre de vibrations par seconde.

Les diverses manifestations de l'énergie qui nous permettent d'avoir la sensation de la matière et des modifications qu'elle subit, dépendent de la vitesse vibratoire des molécules matérielles. Supposons que nous animions de telles molécules d'un mouvement vibratoire tel que sa vitesse aille en croissant.

Tant que ce mouvement est assez lent, l'énergie nous apparaît sous forme d'énergie mécanique, que nous utilisons dans l'industrie[1]. Si le nombre de vibrations atteint 16 par seconde, le mouvement vibratoire se communique aux molécules matérielles voisines et, par leur intermédiaire, aux divers milieux qui constituent notre organe de

(1) Nos lecteurs trouveront dans le chapitre VI de la II[e] partie de l'ouvrage : *Les couleurs et la photographie* (déjà cité) des généralités sur la lumière considérée comme forme de l'énergie.

l'ouïe ; leurs oscillations impressionnent le nerf acoustique qui transmet à notre cerveau la sensation de son; celle-ci cesse quand le nombre de vibrations dépasse 48×10^3 par seconde. C'est alors que naît la chaleur qui commence quand les molécules exécutent 10×10^9 vibrations par seconde, et est accompagnée de la première onde lumineuse perçue par l'œil; le rouge foncé, quand le nombre de vibrations atteint 370×10^9 par seconde ; puis la vitesse vibratoire augmentant, naissent successivement toutes les couleurs du spectre qu'on peut comparer aux diverses notes de la gamme. A ce que l'on pourrait appeler l'octave aiguë du rouge correspond une teinte gris lavande que certains yeux perçoivent au delà de l'ultra-violet ; bien au delà de cette teinte lavande se trouvent probablement les oscillations électriques suivies de l'influx nerveux et entre la teinte lavande et les radiations électriques semblent devoir être placées certaines radiations émises par les corps phosphorescents et fluorescents et les nouvelles radiations découvertes récemment par le professeur Röntgen, de Wurtzbourg, les rayons X, comme on les a appelées.

Mais, dès que l'énergie a apparu sous forme de chaleur ou de lumière, c'est aux molécules d'éther des espaces intermoléculaires que se transmet le mouvement des molécules d'un corps vibrant, et cette propagation se fait dans toutes les directions. Les molécules d'éther situées sur une de ces direc-

tions, oscillent perpendiculairement à cette direction; on dit que la chaleur, la lumière se transmettent par des ondes transversales. Au contraire, les molécules d'air ou d'un milieu pondérable quelconque qui transmet un son, oscillent dans la direction de propagation, vibrent longitudinalement comme on dit.

Il est facile de montrer par des exemples que les diverses formes de l'énergie que nous venons de rappeler brièvement, sont également susceptibles de produire ou de provoquer des réactions chimiques ; c'est ainsi qu'un violent choc (énergie mécanique) décompose en ses éléments le protoxyde d'azote, avec détonation ; que la production de certains sons (énergie sonore) provoque la décomposition du chlorure d'azote, accompagnée d'une violente détonation. On sait combien sont nombreuses les réactions produites par l'électricité. Quant aux actions chimiques produites par la chaleur et la lumière, nous insisterons un peu plus sur leur mécanisme.

Quand une radiation, calorifique ou lumineuse, vient à rencontrer un corps, elle met en vibration les molécules d'éther des espaces intermoléculaires et provoque ainsi des chocs entre celles-ci et les molécules matérielles. Si ces dernières étaient animées d'un mouvement vibratoire de période égale ou multiple de celle de la vibration communiquée aux molécules d'éther qui les entourent, leur vitesse est augmentée et peut devenir considérable ; si au

contraire, les mouvements ne sont pas en harmonie, leur vitesse ne dépasse pas certaines limites.

Même si les vibrations de l'éther sont peu intenses, ce qui est le cas des radiations actiniques, elles peuvent amplifier considérablement la vitesse de molécules matérielles animées de vibrations synchrones, de même qu'un enfant sur une balançoire peut, par des saccades convenablement rythmées, augmenter son balancement, tandis que, par des mouvements discordants, il peut le diminuer ou le faire cesser complètement; de même que c'est par des efforts rythmés que le sonneur parvient à mettre en branle la cloche la plus lourde[1].

Les atomes qui constituent la molécule sont animés de mouvements propres, indépendants de ceux de la molécule, de même que des voyageurs peuvent circuler sur un bateau indépendamment de son mouvement; mais, dès que les molécules subissent des secousses anormales, les atomes qui ont des masses différentes sont inégalement atteints par ces secousses qui leur impriment des vitesses différentes et peuvent ainsi les séparer comme le vanneur, en secouant son van, sépare le blé de la balle plus légère.

Les atomes ainsi séparés peuvent soit aller s'unir à ceux d'une molécule identique à celle qu'ils viennent

(1) Nous empruntons ces comparaisons ainsi qu'un grand nombre d'idées exprimées dans ce chapitre à un intéressant ouvrage de M. de la Baume Pluvinel : *La théorie des procédés photographiques* (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire).

de quitter : le corps ne subit alors qu'une modification d'ordre physique (transformation allotropique du soufre, du phosphore sous l'influence de la chaleur ou de la lumière), soit former de nouvelles molécules : le corps est décomposé en ses éléments (noircissement du chlorure d'argent) ; soit aller s'unir aux atomes d'une molécule différente de celle qu'ils viennent de quitter : il se forme de nouvelles combinaisons chimiques (oxydation des substances organiques en présence de corps réductibles).

Les considérations précédentes nous expliquent pourquoi les diverses couleurs du spectre agissent sur un même composé avec une intensité différente. C'est ainsi que la couleur dont la longueur d'onde est $0^{\mu},400$[1] (violet) a une action maxima sur le bromure d'argent; que la couleur dont la longueur d'onde est $0^{\mu},375$ (dans l'ultra-violet) est celle qui décompose le plus aisément le chlorure d'argent, dont les molécules doivent vibrer plus lentement que celles du bromure.

Mais la radiation synchrone du mouvement moléculaire d'un corps n'est pas la seule capable de la modifier; les radiations voisines ont la même propropriété, de sorte que la plupart des composés sont modifiés sous l'influence d'une région du spectre plus ou moins étendue.

C'est ainsi qu'un papier imprégné de bichromate de potassium est impressionné dans toute la région

(1) Nous désignons par la lettre μ, le micron, c'est-à-dire le millième de millimètre.

qui s'étend du vert à l'ultra-violet; que le gaïac ne commence à bleuir que dans le violet, que ce sont les rayons lumineux compris entre le rouge et le vert qui provoquent la décomposition du gaz carbonique en présence des parties vertes des plantes.

Des régions différentes du spectre peuvent produire sur le même composé des actions inverses : c'est ainsi que sous l'influence des radiations rouges le gaïac oxydé et bleui par les radiations violettes, dégage son oxygène et redevient blanc ; c'est ainsi que les sels ferriques sont réduits à l'état de sels ferreux par les radiations violettes et ultra-violettes, tandis que sous l'influence des radiations rouges les sels ferreux absorbent l'oxygène de l'air pour se transformer en sels ferriques ; c'est ainsi que, tandis que sous l'influence des rayons violets l'oxyde mercurique rouge est réduit à l'état d'oxyde mercureux noir, celui-ci s'oxyde à l'air, sous l'action des rayons rouges, pour repasser à l'état d'oxyde mercurique rouge, etc.

La région du spectre qui produit l'action maxima sur un composé est d'ailleurs variable ; elle diffère avec l'état moléculaire du corps : le chlorure et le bromure d'argent ont leur maximum de sensibilité dans des régions assez différentes selon qu'ils ont été précipités d'une solution aqueuse ou d'une solution alcoolique. Vogel a montré que si on mélange au sel d'argent une substance organique convenablement choisie parmi celles absorbant les radiations d'une certaine région du spectre, le lieu du maximum

de sensibilité du sel d'argent est déplacé et correspond à la radiation qui est le plus fortement absorbée par la substance sensibilisatrice.

C'est ainsi que le maximum d'impressionnabilité du bromure d'argent est transporté dans le jaune par l'éosine, dans le rouge par la cyanine, dans le vert par la fluorescéine, etc., etc. Nous en verrons les applications quand nous parlerons de l'orthochromatisme.

Nous avons vu que l'action de la lumière sur un corps pouvait être latente et n'être décelée qu'au moyen d'un révélateur convenable. Quel est le mécanisme de cette action? Deux théories sont en présence. Les partisans de la première, de la théorie dynamique, admettent que le corps n'a subi qu'une transformation moléculaire qui l'a rendu sensible à l'action des révélateurs, que l'action a été purement physique. Prenons le cas le plus habituel, celui de la plaque photographique, c'est-à-dire d'une couche de gélatine contenant des grains de bromure d'argent.

On cite à l'appui de cette théorie certaines causes telles que la pression et la chaleur qui semblent ne produire que des modifications d'ordre physique et cependant provoquent la formation d'images latentes. Si on trace des traits avec une pointe mousse à la surface d'une plaque sensible, il suffit de la plonger dans un bain révélateur pour les faire apparaître nettement.

Les révélateurs peuvent être d'ordre physique ou

chimique ; dans le premier cas, ils consistent, comme nous l'avons déjà vu, en vapeurs (vapeur d'eau projetée par l'haleine, vapeurs de mercure) attirées par le composé sensible. Les partisans de la théorie dynamique admettent que l'amplification des mouvements moléculaires du bromure d'argent modifié par la lumière a affaibli les forces de liaison des atomes de brome et d'argent de chaque molécule de bromure et par suite rendu chaque atome d'argent du bromure modifié capable d'exercer sur les molécules du révélateur une attraction plus grande que celle exercée par les atomes d'argent du bromure non impressionné. Et ils comparent cette attraction à la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien sur les parties des parois d'un verre renfermant ses éléments de constitution (mélange de solutions d'ammoniaque, de phosphate d'ammonium et d'un sel de magnésium) frottées avec une baguette de verre.

Quant au mode d'action d'un révélateur chimique, elle est très simple, si on admet l'hypothèse dynamique : un corps réducteur s'empare plus facilement du brome dont l'union à l'argent a été affaiblie par la lumière.

On est amené à la théorie chimique par le fait suivant : un révélateur produit une action maxima quand le composé sensible a reçu une certaine quantité de lumière dépendant de la nature du composé et de celle du révélateur ; quand cette quantité qui correspond à ce qu'on appelle la *solarisation du composé* est dépassée, le composé sensible change mani-

festement de composition chimique (noircissement des sels d'argent) ; il est naturel de penser qu'il en est de même avant le point de solarisation et que si nous ne pouvons reconnaître la présence des produits de la décomposition, c'est qu'ils sont en trop faible quantité ; l'un des principaux faits qui soit en faveur de cette hypothèse est la disparition de l'image quand on fait agir sur la plaque le métalloïde uni à l'argent ; l'expérience réussit surtout sur une plaque à l'iodure d'argent impressionnée ; l'image latente est complètement effacée et ne peut plus être révélée après un traitement à l'iode. Mais, s'il en est ainsi, quelle est la nature du corps qui forme l'image latente ? Il ne semble pas que ce soit de l'argent, vu la faible quantité de brome dégagée, quantité si faible qu'on ne peut la déceler qu'avec beaucoup de peine et qu'il est même difficile de conclure à son existence.

Un certain nombre de savants pensent que l'image latente est formée d'un sous-bromure d'argent ; mais il semble que, s'il en est ainsi, il ne doit exister qu'en très faible quantité, car on n'a pu nettement le mettre en évidence. D'après Carey-Lea, l'image latente serait constituée par un ou plusieurs sous-bromures unis en proportions variables au bromure non modifié : il a donné à ces combinaisons qui, pour lui, seraient analogues aux laques, le nom de photo-sels.

L'action des révélateurs physiques est facilement expliquée par les partisans de la théorie chimique :

en effet, si l'image latente est formée d'argent métallique ou de sous-bromure, renfermant une proportion plus forte d'argent que le bromure non insolé, il est facile de comprendre que les portions de la couche sensible formant l'image exerce sur les molécules de vapeur une attraction moléculaire plus énergique que les portions non modifiées.

Quant aux révélateurs chimiques, leur action n'est pas moins clairement explicable avec l'hypothèse chimique : le réducteur décompose évidemment plus facilement le bromure et, si l'image est formée d'argent métallique, celui-ci attire l'argent du bromure dont le brome est lui-même attiré par le réducteur.

De l'examen de ces diverses hypothèses nous devons conclure que le mécanisme intime de la formation des images latentes nous est encore inconnu ; il est probablement de nature très complexe ; ainsi nous n'avons pas parlé des actions électriques qui accompagnent les divers phénomènes que nous venons de passer en revue et qui, si leur étude semble être excessivement délicate n'en jouent pas moins dans ces divers phénomènes un rôle dont il faudrait tenir compte.

Quand un corps est soumis à l'action de la lumière, il n'absorbe qu'une partie de la quantité de lumière qu'il reçoit ; quant à la portion absorbée il la rend, très lentement, au moins en partie, sous forme de radiations qui parfois ont des propriétés très curieuses et qui subsistent un temps très long,

qui peut être de plusieurs mois, après l'insolation. Ce sont ces faits qui avaient conduit Niepce à admettre que les substances sensibles emmagasinaient la lumière sous une forme inconnue qui intervient seulement au moment du développement. Cette hypothèse est d'accord avec ce fait qu'une plaque peut être révélée même assez longtemps après l'insolation et que cependant l'image latente ne semble pas avoir une conservation indéfinie ; c'est ainsi qu'au bout de quelques semaines les révélateurs ne peuvent plus faire apparaître d'image sur une plaque daguerrienne qu'on peut de nouveau exposer à la chambre noire ; il en est de même des images latentes obtenues sur collodion humide ; les images latentes obtenues sur une plaque au gélatino-bromure se conservent beaucoup plus longtemps.

Les récentes recherches de MM. H. Becquerel [1], Troost [2] et G.-H. Niewenglowski [3] sur les radiations invisibles émises par phosphorescence et fluorescence conduisent à revenir à cette ingénieuse hypothèse de Niepce qu'on semble, à tort, avoir abandonnée.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 24 février 1896.
(2) *Id.*, 9 mars 1896.
(3) *Id.*, 17 février 1896.

CHAPITRE III

L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

Notions d'optique photographique. — Chambre noire des photographes. — Perspective photographique. — Appareils panoramiques.

Nous avons déjà vu ce qu'était la chambre noire de Porta et comment ce dernier l'avait perfectionnée par l'adjonction de lentilles. Comment agissent ces dernières ; c'est ce que nous nous proposons d'examiner rapidement dans ce paragraphe.

Fig. 6. — Réflexion et réfraction de la lumière.

Quand un faisceau de lumière SI vient à rencontrer la surface de séparation de deux milieux transparents, la surface libre de l'eau contenue dans un bassin par exemple, il se divise en deux portions dont l'une IR revient dans le premier milieu : c'est le faisceau réfléchi ; l'autre R′ pénètre dans le second milieu, mais en changeant de direction, en subissant une déviation comme on dit : c'est le faisceau réfracté. Les lois de la réflexion et de la réfraction sont assez simples :

1° A chaque rayon incident correspondent un seul rayon réfléchi, un seul rayon réfracté qui sont contenus dans le plan, appelé *plan d'incidence*, déterminé par le rayon incident et la normale à la surface au point d'incidence[1];

2° Le rayon incident SI et le rayon réfléchi IR font avec la normale IN′ des angles égaux : l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion;

3° Il y a un rapport constant entre les sinus de l'angle d'incidence et de l'angle de réfraction ; c'est là valeur de ce rapport constant qu'on appelle indice du deuxième milieu par rapport au premier.

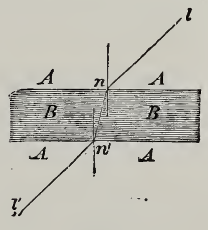


Fig. 7.

Quand un rayon lumineux rencontre une lame de verre à faces parallèles, il la traverse et en sort parallèlement à sa direction primitive (fig. 7) de sorte qu'un objet regardé à travers une telle lame ne semble pour ainsi dire pas déplacé.

Il n'en est pas de même quand on regarde des objets à travers un prisme, c'est-à-dire à travers un milieu transparent (verre) limité par deux faces planes inclinées l'une sur l'autre. Un rayon lumineux *ad* en pénétrant en effet à travers la face d'entrée subit une déviation qui lui donne la direction *dc ;* le rayon intérieur *dc* rencontrant à son tour la

(1) Dans les milieux cristallisés dans un système autre que le système cubique, à un rayon lumineux incident correspondent deux rayons réfractés : on dit que ces milieux subissent la double réfraction.

seconde face du prisme subit une seconde déviation qui s'ajoute à la première et le fait émerger suivant la direction *co* notablement différente de sa direction primitive *ad* ; de sorte que l'œil placé en *o* voit à travers le prisme le point *a* en *a'* (fig. 8).

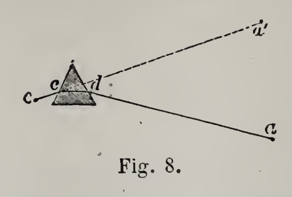


Fig. 8.

La déviation subie par un rayon lumineux à travers un prisme est d'autant plus grande que l'angle compris entre les deux faces du prisme est lui-même plus grand, comme on le voit nettement sur la figure 9.

Cette remarque va nous permettre de nous rendre

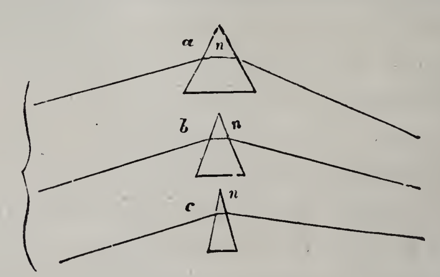


Fig. 9. — Augmentation de la déviation avec l'angle de réfringence du prisme.

compte du trajet suivi par un rayon lumineux qui traverse une lentille, c'est-à-dire une masse de verre limitée par deux surfaces sphériques. Soient *a*, *b*, *c*, des rayons lumineux de même direction qui viennent rencontrer une telle lentille ; nous pouvons assimiler les diverses portions traversées par ces

rayons à des prismes d'angles réfringents différents (fig. 10) qui leur feront subir des déviations diffé-

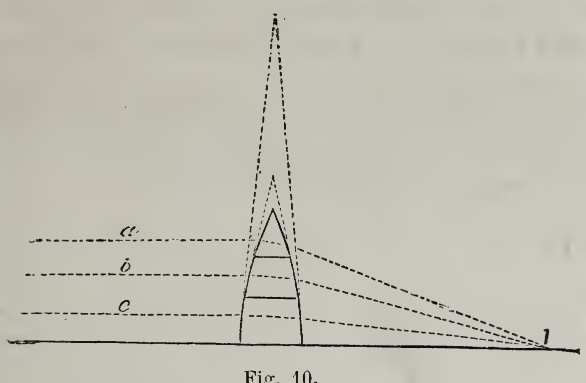


Fig. 10.

rentes dont l'effet sera de réunir en un même point *l* les rayons réfractés.

Ainsi des rayons lumineux parallèles à l'axe optique d'une lentille (ligne des centres de ses deux faces) convergent, après l'avoir traversée, en un même point F situé sur l'axe principal et appelé *foyer principal de la lentille*. C'est autour de ce point que vient se former l'image du soleil quand on dirige vers cet astre l'axe d'une lentille ; cette image du soleil se voit en plaçant un écran blanc au foyer. La distance qui sépare ce point de la lentille est sa *distance fotale* (fig. 11).

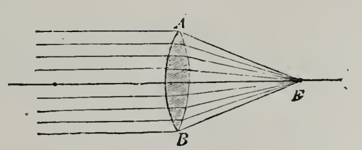


Fig. 11. — Foyer d'une lentille convergente.

Si nous considérons maintenant un point lumineux S placé devant une lentille AB (fig. 12), ce point émet des rayons dans toutes les directions; seuls ceux contenus dans le cône SAB qui s'appuie

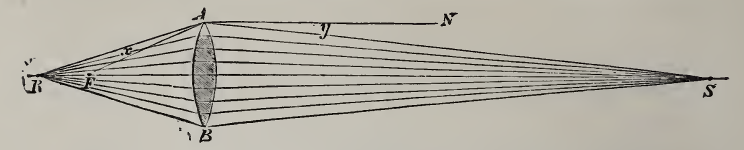


Fig. 12. — Image d'un point lumineux à travers une lentille.

sur le contour de la lentille, la traversent. L'expérience montre qu'à leur sortie ils concourent tous sensiblement en un même point R qui est le *foyer conjugué* ou *image* du point S.

Si, au lieu de considérer un point lumineux, nous considérons un objet, tel qu'une ligne droite AB, chaque point de cet objet se comportant comme le

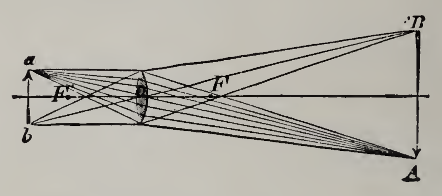


Fig. 13. — Image *ab* d'une droite AB donnée par une lentille convergente.

point S, donnera naissance à un point-image tel que R, et l'ensemble de ces points-images constituera une image de même forme que l'objet lumineux, mais renversée, une droite *ab* dans l'exemple que nous avons choisi (fig. 13).

On conçoit très bien qu'une lentille possède deux foyers F_1, F_2; il suffit, pour s'en convaincre, d'imaginer qu'on fasse arriver la lumière successivement par l'une et l'autre face. Les plans perpendiculaires à l'axe passant par les foyers sont dits plans focaux de la lentille. L'expérience montre que l'image d'un point lumineux est située d'autant plus près du

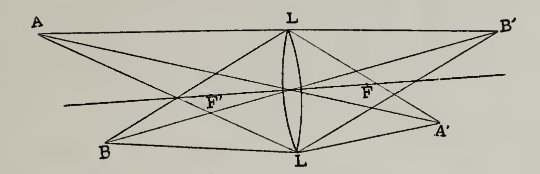


Fig. 14. — Foyers conjugués par rapport à une lentille.

deuxième plan focal que le point-objet correspondant est plus loin du premier plan focal. C'est ainsi que (fig. 14) l'image A′ du point A, situé plus loin de la lentille que le point B, est plus rapprochée de la lentille que l'image B′ de B.

Quand un objet est à une distance de la lentille supérieure à cent fois sa distance focale, son image se fait sensiblement dans le plan focal. Nous avons jusqu'à présent supposé que la lentille dont nous venons de passer en revue les propriétés était une lentille *convergente*. Une telle lentille se reconnaît à ce que ses bords sont

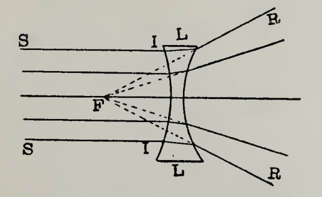


Fig. 15. — Foyer d'une lentille divergente.

plus minces que sa partie centrale. Quand les bords sont au contraire plus épais, la lentille est dite *divergente* : au lieu de faire converger les rayons lumineux qu'elle reçoit, elle les écarte de sorte qu'ils paraissent diverger d'un même point (fig. 15).

En photographie, on emploie non pas une seule lentille convergente, mais un assemblage de lentilles convergentes et divergentes, disposées de manière à donner des images aussi nettes et aussi éclairées que possible.

On donne le nom d'*objectif* à ce système de lentilles qui doit se comporter comme une lentille convergente.



Fig. 16. — Objectif simple.

L'objectif est dit simple quand il ne renferme qu'une lentille; en réalité une lentille convergente unique ne pourrait servir d'objectif : les images présenteraient des défauts dus à ce qu'on appelle les aberrations (fig. 16). Tout d'abord, nous avons dit que les rayons lumineux issus d'un point qui avaient traversé une lentille concouraient en un point unique : ceci n'est vrai que pour les rayons centraux, c'est-à-dire peu éloignés de l'axe optique de la lentille; c'est le défaut connu sous le nom d'aberration de sphéricité que l'on corrige en partie par l'emploi d'un diaphragme qui intercepte les rayons marginaux, mais ne suffit pas à corriger complètement

cette aberration On la réduit à son minimum en choisissant convenablement les courbures des deux faces de la lentille et, surtout, en lui accolant une seconde lentille, divergente. Cette dernière permet en outre de corriger l'aberration chromatique. Les objets vus à travers une lentille simple paraissent bordés de couleurs; ces irisations sont dues à ce que la lumière blanche envoyée par un point lumineux est formée de lumières simples, monochromatiques, et que chacune d'elles donne à travers la lentille une image différente du point lumineux; en choisissant convenablement la lentille divergente qu'on associe à la lentille convergente pour former un objectif simple, on rend le système achromatique, c'est-à-dire dépourvu d'aberration de réfrangibilité.

Mais un tel objectif simple, excellent tant qu'il ne s'agit que de photographier un paysage, ne peut guère être employé pour le portrait ou les reproductions de gravure, à cause du défaut de distorsion qu'il présente : il donne des lignes droites des images courbes. Cette courbure étant dans un sens ou dans l'autre selon que le diaphragme est placé devant ou derrière l'objectif, on conçoit que la distorsion disparaisse totalement en employant deux objectifs simples symétriquement placés par rapport au diaphragme. On a ainsi un objectif double symétrique, connu sous le nom de rectilinéaire ou rectiligne, qui lui a été donné parce qu'il ne déforme pas les lignes droites. C'est celui qui se prête le

plus aisément à tous les usages et qui est, par suite, préféré de l'amateur.

Si, au lieu de s'adresser à une combinaison symé-

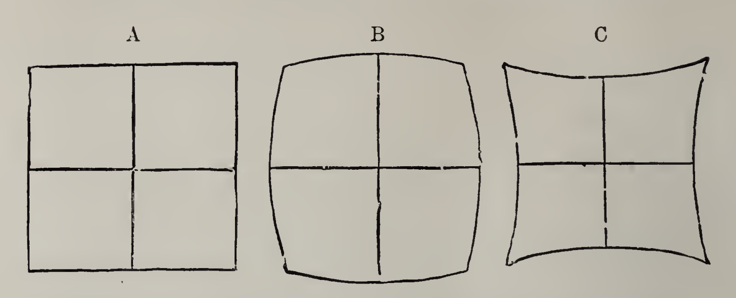


Fig. 17. — B et C, images d'un carré A déformées par un objectif; B, distorsion en barillet; C, distorsion en croissant.

trique, on associe deux objectifs simples dissemblables, on peut faire varier un plus grand nombre

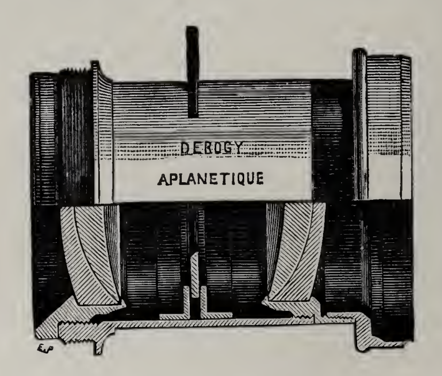


Fig. 18. — Objectif rectiligne.

d'éléments et, par suite, mieux corriger les diverses aberrations; à fortiori, on obtiendra un meilleur

résultat encore en associant non plus deux, mais trois systèmes de lentilles; seulement, plus un objectif contient de verres, moins il est lumineux, chaque verre absorbant une portion de la lumière incidente. Aussi se contente-t-on le plus généralement des objectifs doubles.

L'aberration de sphéricité n'est pas entièrement supprimée par l'emploi du diaphragme : elle se présente encore pour les rayons centraux qui parviennent très obliquement sur la lentille, c'est-à-dire qui sont très écartés de l'axe; mais elle se présente alors différemment et prend le nom d'astigmatisme, mot qui veut dire *sans point*. Il est en effet difficile de mettre au point l'image donnée par un système astigmate. Depuis quelque temps on s'est attaché à corriger complètement ce défaut, et on a donné le nom d'anastigmats aux objectifs qui ne le présentent pas.

On divise encore souvent les objectifs selon l'angle qu'ils embrassent et on désigne sous le nom d'*objectifs à petit angle* ceux qui embrassent un angle de 10 à 50°, d'*objectifs à demi-grand angle* ceux qui embrassent un angle de 50 à 75° et d'*objectifs à grand angle* ceux qui embrassent un angle de 75 à 110°. Il est facile de concevoir, toutes choses égales d'ailleurs, que plus l'angle embrassé par un objectif est grand, moins les images qu'il donne sont lumineuses; c'est ce qu'on exprime souvent en disant que les objectifs à grand angle sont des objectifs lents.

Le tableau suivant renferme les principaux types d'objectifs employés :

OBJECTIFS SIMPLES.	deux verres accolés.		forme primitive.
			objectifs Chevalier, Français, Gœrz.
	trois verres accolés.		grand angulaire Dallmeyer.
			rapide de Dallmeyer.
OBJECTIFS DOUBLES.	symétriques	rapides . . .	aplanats.
			rectilinéaires.
			hémisphériques.
			euryscopes.
			anastigmats symétriques.
		lents, à grand angle . . .	aplanat Steinheil.
			aplanats grands angulaires.
			pantoscope.
			panoramiques.
			périgraphes.
	dissymétriques.	antiplanats .	pour portraits.
			pour groupes.
		objectifs à portraits, genre Petzval.	
		anastigmats.	
		rectilinéaire grand angle.	
OBJECTIFS TRIPLES.	triplet de Dallmeyer.		
	triplet apochromatique de Zeiss.		
	objectif à foyers multiples de Derogy.		

Parmi ces divers types d'objectifs, il est utile de savoir choisir ceux qui conviennent le mieux aux divers genres qu'on peut avoir à traiter. Le tableau suivant permettra de faire ce choix :

Portraits . . .	à l'atelier. . . .		Petzval. symétriques. anastigmats.
	en plein air et groupes . . .		symétriques rapides. antiplanats. anastigmats.
Paysages . . .	inanimés. . . .		objectifs simples.
	animés.		symétriques. anastigmats demi-grand angle.
Instantanés . .	à grande vitesse.		symétriques rapides.
	à petite vitesse.		anastigmatiques demi-grand angle. simples, nouvelles formes.
Reproductions.	selon qu'on dispose d'un recul.	suffisant.	symétriques. anastigmats.
		limité . .	grand angulaire. triplets.

Le type d'objectif que l'on désire étant fixé, il s'agit de choisir l'instrument lui-même; nous ne discuterons pas la valeur des diverses marques; nous insisterons seulement sur ce fait qu'une erreur trop répandue dans le public fait croire que les marques étrangères sont les meilleures, alors que les marques françaises leur sont au moins égales. D'ailleurs deux objectifs du même type et d'une même marque sont rarement, pour ne pas dire jamais, identiques. Il est donc indispensable quand on achète un objectif de l'essayer.

L'essai complet d'un objectif exige l'emploi d'instruments spéciaux tels que le tourniquet de M. Moessard, le focomètre du Dr Mergier ou la mire de M. Fery, que nous ne pouvons décrire ici; la *Société française de photographie* a d'ailleurs installé ré-

cemment un laboratoire d'essais des objectifs qui rend de grands services à ceux qui veulent connaître les qualités et les défauts des objectifs qu'ils possèdent.



Fig. 19.

Quel que soit le nombre de lentilles qui composent un objectif, son fonctionnement ne diffère guère de celui d'une lentille convergente unique ; aussi dorénavant, afin de simplifier, supposerons-nous

généralement que nous n'avons affaire qu'à une seule lentille.

L'objectif est monté sur l'avant d'une chambre noire, sorte de boîte rectangulaire formée d'un soufflet, ce qui permet de réduire son volume au minimum pour le transport et munie à l'arrière d'un verre dépoli sur lequel se projette l'image (fig. 19). Une

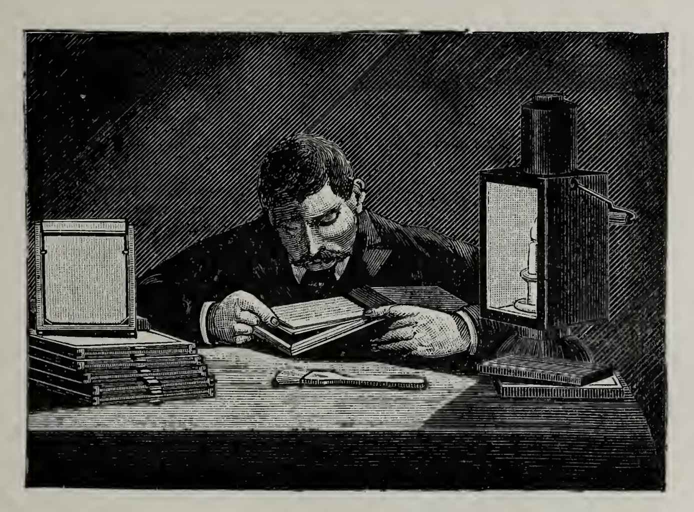


Fig. 20. — Mise des plaques dans les châssis négatifs.

crémaillère fixée sur la base, ou chariot de la chambre permet d'avancer ou reculer le verre dépoli pour faire la mise au point, pendant laquelle l'opérateur entoure sa tête d'un voile noir. Ce voile, l'enfermant dans une sorte de chambre noire, lui permet de mieux voir l'image sur le verre dépoli en écartant toute lumière étrangère.

La chambre noire est posée sur un pied assez

massif quand on travaille à l'atelier, léger et peu volumineux au contraire quand opère en plein air. Une fois la mise au point faite, l'objectif est couvert avec un bouchon et le verre dépoli remplacé par un châssis renfermant la plaque sensible (fig. 20). Ouvrant le volet de ce châssis, on met à découvert la plaque sensible qui occupe alors exactement la même place que le verre dépoli et par suite reçoit l'image quand on ouvre le bouchon de l'objectif. Celui-ci doit rester ouvert tout le temps que doit durer l'expo-

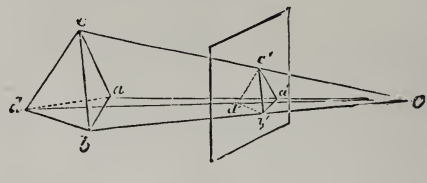


Fig. 21.

sition de la plaque. Cette durée de la pose est très variable ; elle dépend de la nature des objets photographiés, de la lumière qui les éclaire, de l'objectif, de la nature de la surface sensible employée, etc. Une fois le temps de pose terminé, on referme l'objectif, puis le volet du châssis et il n'y a plus qu'à emporter ce dernier dans le laboratoire obscur pour en enlever la plaque et la soumettre aux révélateurs qui feront apparaître l'image, comme nous le verrons un peu plus loin.

Demandons-nous d'abord ce qu'est cette image ? Rappelons, afin de mieux comprendre ce qui va suivre, quelques définitions. Soit O l'œil d'un

observateur (fig. 21), œil que nous supposerons réduit à un point (*le point de vue*) placé devant un objet *abcd;* si une vitre transparente est placée entre l'objet et l'œil, les rayons lumineux *ao*, *bo*, *co*, *do*, etc., qui, partis des divers points de l'objet, arrivent à l'œil, rencontrent la surface de cette vitre aux points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*. L'ensemble de ces points constitue ce qu'on appelle le dessin en perspective de l'objet, par rapport au point O et la vitre est le tableau. La distance du point O au tableau est la distance principale.

Pour l'œil placé en O les points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, semblent

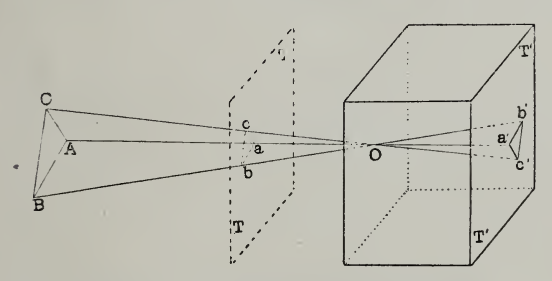


Fig. 22. — Perspective photographique.

superposés aux points *a*, *b*, *c*, *d*, dont ils sont comme une sorte de décalque. Si donc au lieu de regarder l'objet lui-même, l'œil regarde la figure formée par les points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, il reçoit, quant à la forme, la même impression qu'en regardant l'objet lui-même et si, sur le dessin, *a' b' c' d'*, les couleurs étaient distribuées comme sur l'objet *a b c d*, l'illusion serait complète.

Considérons maintenant une chambre noire, une

chambre photographique, par exemple, dont l'avant soit percé d'un tout petit trou O (fig. 22)[1]. Les points

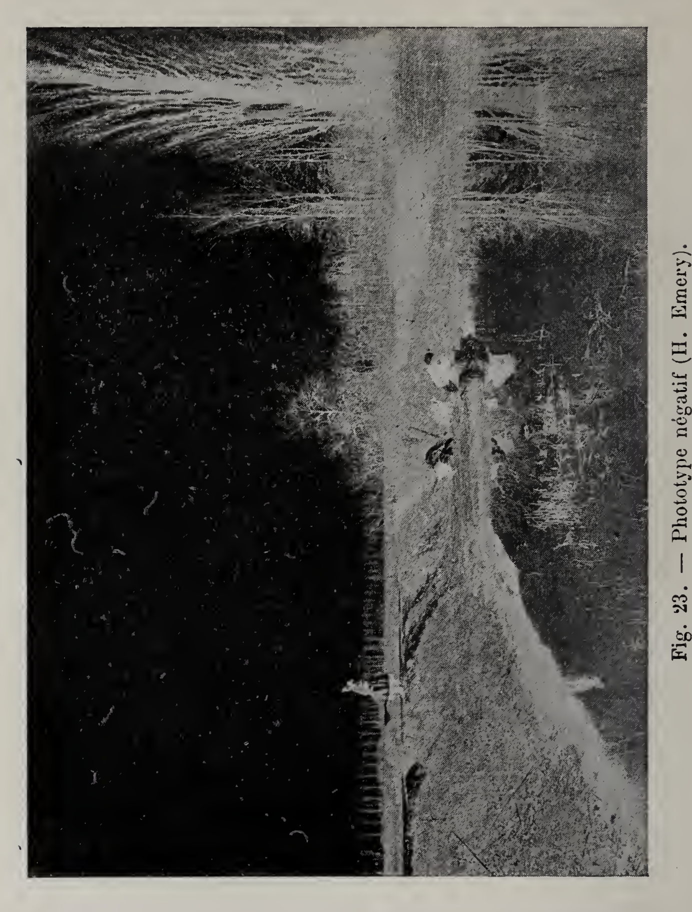


Fig. 23. — Phototype négatif (H. Emery).

A, B, C de l'objet viennent former leur image sur le verre dépoli en a', b', c'. Si nous mettons une

(1) STENOPE.

plaque sensible en T'T', nous pourrons fixer cette image. Mais l'image obtenue ainsi sera inverse de l'objet; c'est-à-dire que les blancs de l'objet seront venus en noir et les noirs en blanc; c'est ce que l'on exprime en disant qu'on a ainsi un phototype négatif. De plus, comme le montre la figure 23, ce qui est à gauche dans l'objet est venu à droite, et ce qui est à droite est venu à gauche; les positions de l'objet qui nous paraissent en haut se trouvent en bas sur le phototype et réciproquement.

CHAPITRE IV

L'ART PHOTOGRAPHIQUE

La photographie n'est pas le résultat d'un pur mécanisme. — Elle est capable de produire des œuvres d'art, mais à la condition de se conformer aux règles qui régissent tous les arts graphiques. — Choix du point de vue.

Mais si nous appliquons sur une telle plaque une autre surface sensible et exposons le tout au soleil de manière que la lumière traverse le phototype avant de parvenir à la surface sensible, celle-ci ne noircira qu'aux parties correspondant aux blancs du phototype, tandis que les régions correspondant aux noirs resteront blanches. L'ordre des blancs et des noirs de l'objet sera rétabli et, en outre, l'image sera redressée; nous avons ainsi obtenu une photocopie positive (fig. 24).

Il résulte de ces considérations que cette photocopie positive est exactement superposable à l'image perspective *a b c* de l'objet qui serait obtenue sur un tableau plan T, occupant par rapport au point de vue O une position symétrique du tableau T'. Si, en particulier le positif a été tiré sur verre, il jouera exactement le rôle de la vitre de Léonard de Vinci

dont la considération nous a servi pour définir la perspective.

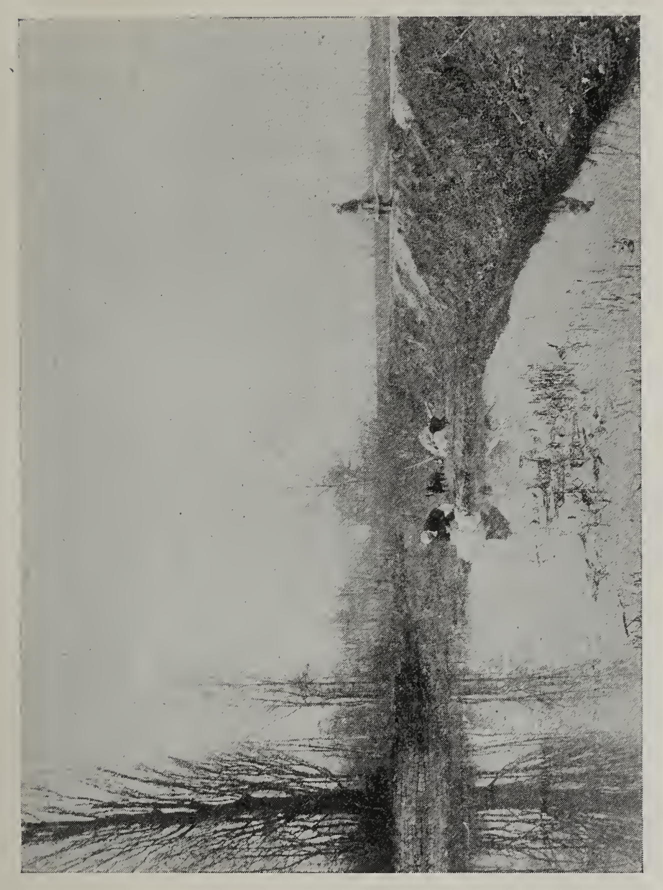


Fig. 24. — Photocopie positive.

La perspective donnée par un objectif quelconque ne diffère pas de celle donnée par une petite ouverture. Supposons en effet qu'il soit formé d'une simple

lentille convergente LL′ (fig. 25) et que le verre dépoli ait été mis au point sur un point A de l'objet, c'est-à-dire placé à une distance de la lentille telle que les rayons lumineux partis du point A qui ont traversé la lentille convergent en un point A′ situé précisément sur le verre dépoli. Au point A′ est l'intersection du verre dépoli avec l'axe secondaire du point A, c'est-à-dire avec la droite qui joint le point A

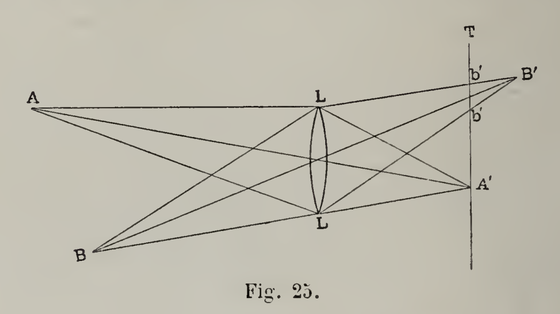


Fig. 25.

au centre C de la lentille. Considérons un autre point B situé plus près de la lentille ; son image se forme en B′ derrière le verre dépoli ; mais le cône B′ L L des rayons lumineux émergents coupe le verre dépoli suivant une petite surface éclairée *bb*. Si l'ouverture qui limite l'entrée des rayons dans la lentille est assez petite, cette surface *bb* produit sur l'œil la même sensation qu'un point qui serait l'intersection du verre dépoli avec l'axe secondaire du point B

La figure 26 montre comment l'image positive *a b*, tirée d'après le négatif *a′ b′*, obtenu au moyen de la lentille LL est superposable à la perspective de

l'objet sur le tableau T symétrique du tableau T' par rapport au centre optique C de l'objectif qui joue ainsi le rôle de point de vue.

La photographie permet donc d'obtenir en quelque sorte mécaniquement une perspective exacte des objets que l'on veut reproduire[1]; à ce point de vue,

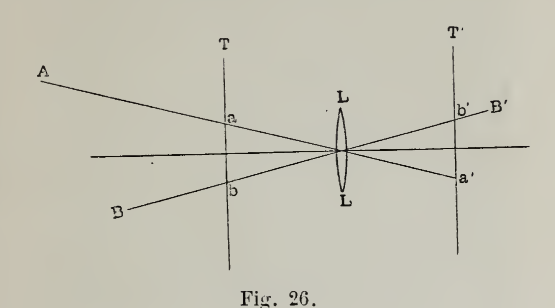


Fig. 26.

elle est au premier rang des arts graphiques, puisque ce n'est qu'en appliquant un certain nombre de règles plus ou moins compliquées que l'artiste peut construire la perspective d'un tableau.

Nous avons supposé, ce qui est d'ailleurs le cas général, que la surface sensible était plane ; quand il s'agit de reproduire un panorama, il est plus commode d'employer comme tableau une surface cylindrique. On fait alors usage de chambres noires spéciales, dites chambres panoramiques. L'une des premières construites fut présentée en 1845 par Arago à l'Académie au nom de son inventeur M. Martens

(1) A la condition, bien entendu, que l'objectif employé ne déforme pas les images.

(fig. 27). Le fond de la chambre noire de Martens était cylindrique et pouvait recevoir une surface sensible de même forme. La lentille formant objectif pouvait tourner autour d'un axe vertical passant

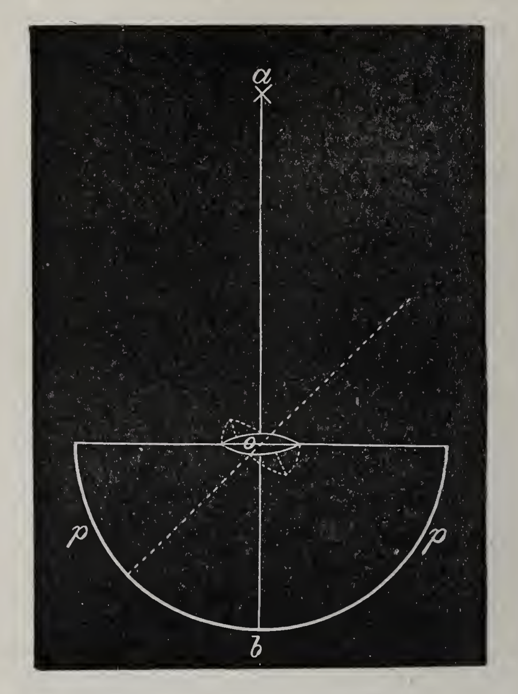


Fig. 27. — Chambre panoramique.

par son centre optique, ce qui permettait d'obtenir l'image de la moitié de l'horizon; grâce à une propriété des lentilles, l'image *b* d'un point *a* n'est pas déplacée pendant un tel mouvement.

Cette chambre a été perfectionnée par le commandant Moessard dont le cylindrographe (fig. 28) semble

être l'un des appareils panoramiques les plus pratiques.

Il permet d'obtenir sur pellicules des images de

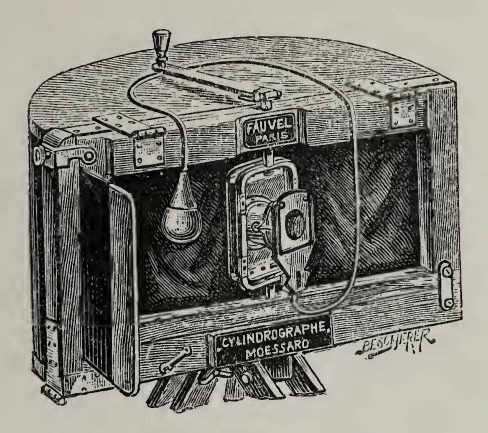


Fig. 28. — Cylindrographe Moessard.

$0^m,40$ de large sur $1^m,55$ de long; les châssis négatifs, souples (fig. 29), peuvent prendre la forme cylin-

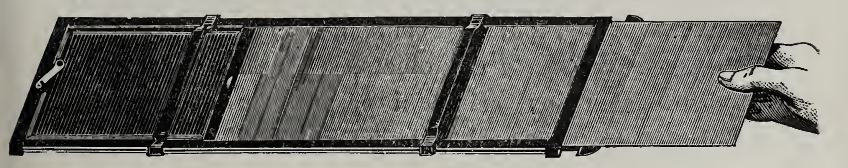


Fig. 29. — Châssis du cylindrographe Moessard.

drique (fig. 30) que doit avoir la surface sensible.

Depuis, un grand nombre de dispositifs ont été proposés. Celui de l'ingénieur Damoizeau présente l'avantage d'être peu volumineux, d'embrasser les 360° de l'horizon ou une portion seulement,

suivant les besoins et de contenir 22 à 25 mètres environ de pellicule sensible ce qui permet de faire une trentaine de panoramas ayant $0^m,09$ de haut et

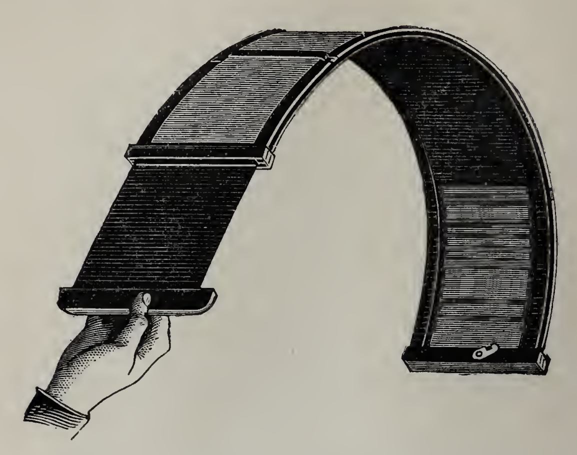


Fig. 30. — Châssis du cylindrographe Moessard.

$0^m,80$ de long. Les figures 31 et 32 représentent deux modèles du cyclographe Damoizeau.

La photographie donnant mécaniquement une perspective exacte des objets, est, de tous les arts de reproduction, celui qui permet de représenter les objets avec le plus de fidélité. Mais il ne faut pas conclure de ce fait que la photographie n'est que le résultat d'un *vulgaire mécanisme*. Ce soi-disant défaut que l'on a longtemps à tort reproché à la photographie, représente, au contraire, sa plus précieuse qualité. Quand il s'agit d'obtenir un document scientifique l'image doit être obtenue pour ainsi dire aussi mécaniquement que possible, de

manière que si le même objet est photographié par divers opérateurs, le résultat soit le même. Mais en dehors de ce cas, la photographie, bien qu'on lui ait souvent contesté ce droit, est capable de produire des œuvres d'art.

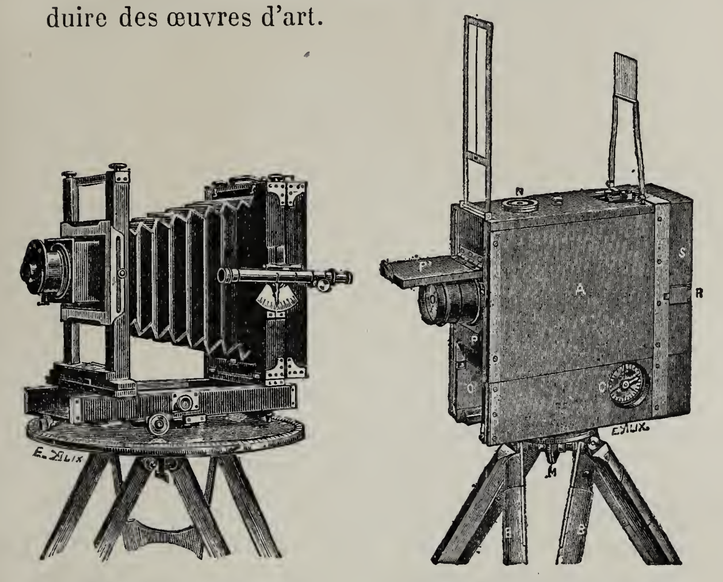


Fig. 31. — Cyclographe Damoizeau.

Fig. 32. — Cyclographe Damoizeau à foyer fixe.

En effet, la production d'une œuvre d'art comprend deux phases bien distinctes : le choix et la composition du sujet, d'une part; l'interprétation ou la traduction, d'autre part.

Pour ce qui est du choix du sujet, qui empêche le photographe de reproduire tel paysage qui lui semble intéressant; s'il s'agit de photographier une ou plusieurs personnes, qui l'empêche de donner aux mo-

dèles telle attitude qui lui paraît préférable, d'arranger convenablement les draperies, de modifier l'éclairage par un jeu convenable de rideaux? La seule limitation que l'on puisse objecter est que le photographe n'est pas maître de supprimer une partie défectueuse d'un tableau; et encore, comme le fait justement remarquer Horsley-Hinton : « bien que « nous soyons incapables de déplacer un objet dé- « plaisant de la scène à reproduire, nous pouvons, « avec un peu de réflexion et d'observation, choisir « un moment de la journée où le changement dans « la direction de la lumière rendra ce même objet « moins ennuyeux ou même le convertira en un « élément d'attraction ». Et même, si nous suivons l'excellente manière de faire de Gaston Plessy, il nous sera possible d'ajouter ou de retrancher[1].

Pour ce qui est de l'interprétation, le photographe ne peut-il pas choisir l'appareil qui doit reproduire le sujet, n'a-t-il pas des latitudes dans la mise au point, la conduite du développement, la retouche du négatif, le choix du procédé qui lui fournira l'image positive?

Le mécanisme existe bien, mais sur un seul point : la *mise en perspective*. A moins de présenter le défaut désigné sous le nom de distorsion, l'objec-

(1) Horsley-Hinton. — *L'art photographique dans les paysages.* Etude et pratique. Paris, Gauthier-Villars. — C. Puyo. *Notes sur la photographie artistique.* Les belles planches qui illustrent cet intéressant ouvrage sont de remarquables exemples de ce qu'on peut obtenir sans installation compliquée, par la seule recherche du sujet, de sa composition et de son éclairage. Paris, Gauthier-Villars.

tif permet d'obtenir une perspective mathématique.

Ce mécanisme, qu'on reproche à la photographie, n'est-il pas un avantage énorme envié par les peintres, qui sont souvent obligés de faire retoucher et même de faire faire entièrement leur mise en perspective par des gens de métiers qui emploient des constructions géométriques, c'est-à-dire opèrent mécaniquement[1].

L'art photographique ne doit pas s'écarter des principes qui commandent tous les arts graphiques.

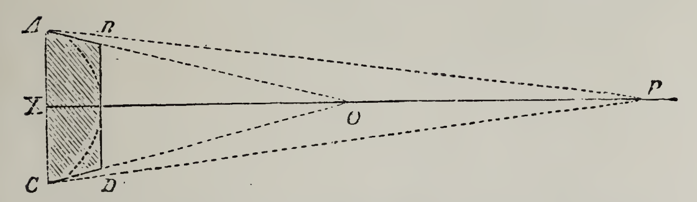


Fig. 33. — Pilier vue de points de vue situés à des distances diverses.

En particulier ce sont les mêmes règles qui doivent guider dans le choix du point de vue. On dispose de sa position par rapport à l'objet représenté et par rapport à la plaque sensible.

Selon qu'on prend un point de vue plus ou moins éloigné de lui, le même objet se présente sous un aspect différent. C'est ainsi que regardant un pilier de bases ABCD (fig. 33), on voit les faces latérales AB et CD ; si on le regarde de plus près, du

(1) Voir G.-H. Niewenglowski. *Principes de l'Art photographique*. Paris, H. Desforges. Nous en avons extrait quelques-unes des lignes ci-dessus.

point O, par exemple, on n'aperçoit plus ces faces.

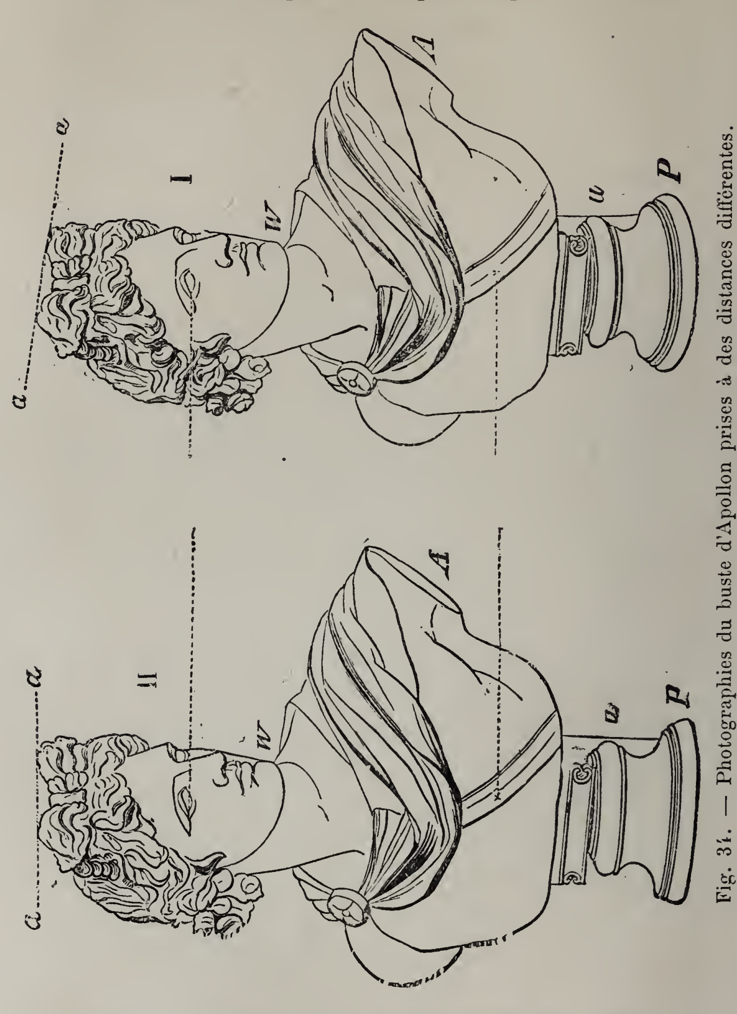


Fig. 34. — Photographies du buste d'Apollon prises à des distances différentes.

C'est ainsi que les figures I et II (fig. 34) qui sont les reproductions de deux photographies d'un

même buste d'Apollon prises de points de vue différents n'ont pas le même aspect ; sur la figure II, prise de plus loin que la figure I, les joues paraissent plus larges, le buste plus court, le piédestal plus étroit, etc.

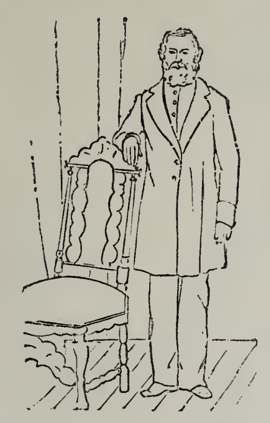


Fig. 35. — Photographie prise d'un point de vue plus éloigné.



Fig. 36. — Photographie prise à courte distance.

Les figures 35 et 36 qui représentent un homme photographié debout de points de vue situés à des distances différentes et telles que le corps ait la même hauteur sur les deux images, nous montrent encore bien ces différences d'aspect.

La hauteur du point de vue au-dessus de l'horizon joue aussi un rôle assez important, comme on peut le voir en examinant les figures 37, 38, 39, 40, 41 et 42.



Fig. 37. — Vue prise au niveau du buste.

Fig. 38. — Vue prise d'un point de vue supérieur.

Fig. 39. — Vue prise d'un point de vue inférieur.



Fig. 40. — Paysage d'un point de vue situé à la hauteur des yeux d'un homme assis.



Fig. 41. — Aspect du même paysage d'un point de vue situé à la hauteur des yeux d'un homme debout.

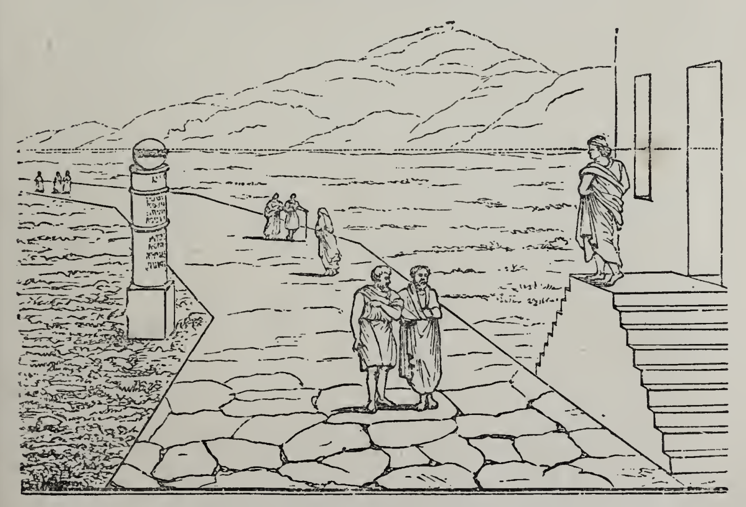


Fig. 42. — Aspect du même paysage, d'un point de vue, situé à la hauteur double de la taille humaine.

CHAPITRE V

LES DÉBUTS DE LA PHOTOGRAPHIE

Les photographies de Niepce. — Association de Niepce et de Daguerre. — La daguerréotypie : positifs directs à la chambre noire. — Papier négatif de Talbot. — Plaques à l'albumine : Niepce de Saint-Victor.

Dès qu'il eut connaissance de la découverte, faite en Allemagne, des procédés d'impressions lithographiques, Nicéphore Niepce, un Français, songea à substituer au travail de copie du graveur, une copie directe par action de la lumière. Ayant rendu transparente une gravure et ayant sous elle exposé à la lumière une planche métallique enduite d'un vernis particulier, il constata qu'après un temps d'exposition suffisant, très long d'ailleurs, des zones blanchâtres reproduisaient grossièrement le dessin. Convaincu, dès lors, de la possibilité d'un succès, il essaya au hasard un grand nombre de corps et, vers 1814 son choix se fixa définitivement sur le bitume de Judée. Ce corps, soluble dans l'essence de lavande, a en effet, nous l'avons déjà vu, la précieuse propriété de se transformer sous l'action de la lumière en un nouveau corps blanc, qui, lui, est

insoluble dans la même essence de lavande. Après action de la lumière sur une couche de bitume, l'essence enlèvera toutes les parties inaltérées, laissant, au contraire, les parties blanchies. Cette copie est donc fixée. Si alors, sur la planchette métallique ainsi recouverte par places d'un enduit protecteur, on fait agir un acide, l'attaque n'aura lieu que dans les parties nues, correspondant aux traits de l'image copiée. C'est là le principe d'un procédé industriel de reproductions en usage aujourd'hui, la *photoglyptographie*, dont nous reparlerons plus loin. On conserve au musée de Chalon plusieurs des planches originales de Niepce. Presque aussitôt ce dernier s'attachait à la fixation des images de la chambre noire et bientôt obtenait, en dix heures d'exposition à la lumière, la première image photographique directe. Là encore, il employait comme surface sensible, une couche de bitume de Judée, étalée sur une plaque de métal. Aux parties lumineuses de l'objet, correspondaient des plaques modifiées blanches de la couche sensible. Pour avoir l'image complète, il suffisait donc, après lavage à l'essence, de noircir par un agent chimique, les parties nues du métal, à moins d'avoir préalablement employé un support noirci ou bruni sur toute sa surface. Les résultats étaient d'ailleurs très médiocres ; les ombres se déplaçant pendant un aussi long intervalle, rendaient incertains les contours des objets et, sans les découvertes de Daguerre, le procédé de Niepce fût resté une simple curiosité scientifique. Cependant, il est

impossible de refuser à Niepce le titre d'inventeur de la photographie.

Bien des procédés tout récents, procédés aux poudres inaltérables, aux encres grasses, ne sont d'ailleurs que des applications immédiates des recherches de Niepce, reprises et étendues par Poitevin, en 1854.

Vers l'année 1822, un peintre qui, quoique tout jeune, était déjà célèbre par l'invention du *Diorama*, Louis-Jacques Daguerre, entendait parler des silhouettes de Charles et, séduit, se mettait aussitôt à étudier la chimie, passant deux années entières enfermé dans le laboratoire qu'il s'était aménagé dans les dépendances du Diorama. Il voulait arriver à la fixation de l'image donnée par la chambre noire, ignorant d'ailleurs les recherches de Niepce sur ce sujet.

L'opticien Chevalier, à qui Daguerre avait donné l'idée de plusieurs perfectionnements dans la construction de l'objectif des chambres noires, lui annonçait avoir fourni, à diverses reprises, de ces objectifs à un habitant de Chalon, Niepce, qu'il savait se lancer dans les mêmes recherches. En 1826, Chevalier mettait en relations les deux chercheurs et Daguerre aussitôt proposait à Niepce de s'associer à lui. Après quelques hésitations, Niepce, déjà vieilli et fatigué, acceptait la collaboration de Daguerre, alors en pleine force de l'âge, et signait avec lui, pour dix ans, le 14 *décembre* 1829, un traité d'association. Ce traité reconnaissait à Niepce la qualité

d'inventeur. Daguerre devait, sous la direction de Niepce, employer ses ressources, ses relations et son activité à la recherche des perfectionnements possibles, perfectionnements qui resteraient le secret commun des deux associés et dont le bénéfice serait partagé entre eux par moitié. Bientôt, d'ailleurs, l'élève allait surpasser le maître, apportant à l'œuvre commune plus qu'un perfectionnement, mais une véritable découverte nouvelle, base essentielle des procédés actuels.

Entre autres procédés de noircissement du support métallique de ses épreuves au bitume, Niepce avait eu recours au noircissement progressif d'une lame d'argent soumise aux vapeurs d'iode. Daguerre ayant aussi exposé une lame argentée à ces vapeurs, puis l'ayant abandonnée avec sa teinte jaune d'or, posa sur elle, par mégarde, un petit objet; quand il revint la prendre, il retrouva la silhouette non modifiée de l'objet préservateur, tandis que, dans ses parties libres, la plaque avait noirci.

Utilisant aussitôt cette observation fortuite, il abandonnait ses recherches sur le bitume de Judée et adoptait comme substance sensible, la plaque d'argent iodurée, préparée dans l'obscurité.

Il réduisait aussi la durée d'exposition nécessaire, le « temps de pose » à une ou deux heures. Sachant déjà que le bain de pétrole ou de lavande qu'il avait employé jusque-là pour dissoudre le bitume accentuait le noircissement de la plaque d'argent iodurée, il appliquait ici cette propriété pour accroître l'inten-

sité des noirs. Il essaya dans ce but divers liquides ou vapeurs et arrivait ainsi à sa découverte principale.

Le sel d'argent subit, bien avant son noircissement, une modification qui n'affecte en rien ses propriétés extérieures, et par conséquent invisible, mais qui permet aux parties insolées du sel *certaines* réactions chimiques *impossibles* à réaliser avec la partie non modifiée, celle qui a été maintenue dans l'obscurité. C'est ainsi que dans le cas présent, en soumettant, après son exposition à la lumière, la plaque d'argent iodurée aux vapeurs de mercure, les parties insolées de l'*iodure d'argent* à demi dédoublées déjà en leurs éléments *iode* et *argent* sont seules attaquées par le mercure dont une partie s'empare de l'iode, dont l'autre se fixe sur l'argent donnant en ces points un amalgame d'un blanc éclatant. Il suffisait alors d'exposer à la lumière pour que les parties jusqu'ici inaltérées de l'iodure d'argent noircissent. On avait donc par ce traitement d'ordre chimique fait apparaître une image dans la plaque sensible. L'ensemble des parties atteintes par la lumière dans la chambre noire et susceptibles de former par un traitement convenable une image, forme donc, autant que l'on puisse ainsi s'exprimer, une image invisible, une image *latente*. L'agent chimique qui permet de la révéler aux yeux est dit, pour ce fait, révélateur et l'opération développement. Tandis que pour faire apparaître sur l'iodure d'argent une image visible il fallait plusieurs heures, quelques minutes de grande

lumière sont suffisantes pour former cette image latente. Ce procédé photographique était donc dès lors applicable à la reproduction de sujets animés, à l'exécution de portraits. C'est ce que fit aussitôt Daguerre : sa nièce qui pour ces premiers essais lui servait de patient devait encore rester immobile en plein soleil près d'une demi-heure. Sur ces entrefaites, en 1833, Niepce mourait sans avoir eu le temps de venir à Paris admirer les résultats de la découverte que venait de lui annoncer Daguerre, et un nouveau traité était conclu entre celui-ci et Isidore Niepce, fils de l'inventeur. Dans ce nouvel acte, Isidore Niepce rendait justice à Daguerre en lui reconnaissant comme à son père le titre d'inventeur de la photographie, et en acceptant, pour désigner le procédé photographique sur plaque d'argent iodurée, le nom de Daguerréotype.

La connaissance de ces merveilleux résultats, quoique tenus secrets par les associés, se répandait déjà en Europe, et de tous côtés les savants se mettaient à la recherche de procédés analogues. L'archéologue anglais Talbot adoptait comme surface sensible une feuille de papier enduite d'une couche de *chlorure d'argent :* dans la chambre noire, la surface sensible noircissait dans les parties éclairées, c'est-à-dire dans la partie correspondant aux blancs, aux couleurs claires de l'objet à reproduire; au contraire les parties correspondant aux noirs restaient inaltérées, blanches. Une telle image, où les effets d'ombre et de lumière sont inversés, est

dite *négative* par opposition à l'image ordinaire.

Il fallait alors, comme nous l'avons dit déjà, retirer de cette couche le chlorure d'argent, jusque-là inaltéré, qui si on l'avait abandonné à lui-même, aurait noirci à son tour par l'action de la lumière ambiante. Ce dissolvant du chlorure d'argent fut d'abord l'eau salée ordinaire, dont il fallait employer des quantités considérables, son action étant faible. On y substitua bientôt le cyanure de potassium, produit extrêmement dangereux dont l'emploi est heureusement devenu inutile, le plus souvent du moins, grâce à l'emploi de l'hyposulfite de sodium, dont la dissolution fut proposée par l'astronome Herschell en 1839.

Une image négative ne serait, par suite du renversement des tons, que bien rarement utilisable, si Talbot n'avait eu l'ingénieuse idée de considérer ce négatif comme nouvel objet à copier, et cela sans le secours de la chambre noire.

Talbot, ayant eu connaissance de la découverte de l'image latente, utilisa après divers essais comme agent révélateur une dissolution d'acide gallique. Le procédé ainsi modifié est, à peu de chose près, au moins dans ses grandes lignes, celui que l'on emploie aujourd'hui.

En France, Bayard, Lassayne, obtenaient sur papier des positifs directs à la chambre noire, Blanquart-Evrart, de Lille perfectionnait le procédé de Talbot, assurant une plus grande régularité, une plus grande finesse de grain à la couche sensible; dans ce but, le sel d'argent, au lieu d'être étendu après

coup, était formé dans les pores mêmes du papier par trempes successifs dans deux bains, l'un d'un chlorure soluble, l'autre d'un sel d'argent soluble, donnant par leur réaction mutuelle le chlorure d'argent insoluble formé ainsi dans l'épaisseur même des fibres. Daguerre continuait d'ailleurs à perfectionner ses procédés. Ruiné le 3 mars 1839 par l'incendie du Diorama, il chercha à tirer parti de sa découverte, et obtint l'autorisation de faire circuler et stationner à son gré dans Paris un véhicule aux formes étranges portant sa chambre noire et son laboratoire, au moyen desquels il pouvait, entouré d'une foule curieuse, obtenir les vues de divers monuments. On voit au Conservatoire des Arts et Métiers une vue des Tuileries ainsi obtenue par Daguerre lui-même. Mais, soit par crainte d'une coûteuse concurrence, soit manque de confiance en un procédé si nouveau, les capitalistes refusèrent leur concours à Daguerre qui, sans ressources, dut solliciter de l'Etat l'achat de son secret. Arago, Thénard, Dumas, prirent en main sa cause et le 30 juillet de cette même année 1839, une loi votée par acclamation et à l'unanimité dans les deux assemblées accordait à Daguerre une pension viagère de 6,000 francs. En même temps, grâce à l'intervention de Daguerre s'arguant de son traité avec Isidore Niepce et réclamant pour lui une somme égale, ce dernier recevait une pension de 4,000 francs. Méconnaissant la noble intervention de son ancien associé et froissé de cette inégalité, Isidore Niepce

attaquait violemment Daguerre en plusieurs circonstances, allant jusqu'à lui dénier toute part à l'invention. Le 10 août 1839 à la séance de l'Académie le procédé de Daguerre était rendu public. Profitant alors de la découverte d'Herschell, Daguerre au lieu de noircir et d'abandonner à lui-même l'iodure d'argent inaltéré dans la chambre noire, donnant naissance à un produit peu stable, enleva ce sel ainsi inaltéré par la dissolution d'hyposulfite, mettant ainsi à nu le support d'argent qui devait alors être bruni.

L'ingénieur Chevalier, par la construction d'objectifs remarquables pour l'époque; Claudet, agent de Daguerre, substituant en partie le bromure à l'iodure d'argent, rendaient plus rapide l'impression de l'image latente.

Dans le courant de l'année 1840, Talbot publiait ses procédés et envoyait à l'Académie plusieurs épreuves obtenues par lui. Fizeau indiquait alors un traitement applicable, tant au daguerréotype qu'aux images de Talbot, le passage après fixage dans une dissolution d'un sel d'or.

Dans les parties où l'argent était libre, c'est-à-dire dans les noirs des deux sortes d'images, un peu de l'argent se dissolvait remplacé aussitôt par une quantité équivalente d'or, prenant, vu son extrême division, une apparence brune du plus bel effet. En même temps, dans l'image daguerrienne un peu du mercure était aussi remplacé par de l'or qui, après son union au mercure restant, donnait un nouvel amalgame plus blanc et plus solide que l'amalgame

d'argent. Le sel d'or employé dans ce but par Fizeau était un hyposulfite double d'or et de sodium préparé en mélangeant les dissolutions d'un sel d'or quelconque et d'hyposulfite de sodium. Cette nouvelle opération modifiant la teinte primitive désagréable d'une photographie seulement fixée, est dite « virage ».

Elle assure en outre la conservation, remplaçant un métal altérable, l'argent, par un métal inaltérable, l'*or*, au moins à la surface. Ce traitement appliqué par Fizeau à la seule image daguerrienne fut étendu, par le Dr Schaugnessi, aux photographies sur papier, et Humbert de Molard employa bientôt dans ce but la dissolution du chlorure d'or, neutralisée par l'addition d'un peu de craie indiquant ainsi l'un des meilleurs procédés de virage que l'on connaisse encore actuellement.

Le procédé de photographie sur papier avait un grand défaut, qui lui faisait préférer partout le Daguerréotype. Le papier du négatif même rendu transparent, par certains vernis, conservait toujours un grain assez prononcé, des irrégularités qui se reproduisaient en même temps que l'image sur la photocopie. Un lieutenant de la garde municipale de Paris, Niepce de Saint-Victor, parent du premier inventeur, proposait en 1847, après quelques recherches exécutées dans un laboratoire sommairement installé par lui dans la salle de police de sa caserne, la substitution au papier comme support d'une feuille de verre, recouverte, pour permettre l'adhésion des sels, d'une mince couche d'albumine

d'une transparence parfaite, sensibilisée dans sa masse, par le procédé même de Blanquart Evrart. Ce procédé, dit à l'albumine, donne des épreuves d'une finesse extraordinaire.

L'albumine additionnée de quelques gouttes d'une solution saturée d'iodure de potassium était étendue en couche d'épaisseur uniforme sur la plaque de verre, préalablement bien nettoyée. Une fois la plaque albuminée sèche, on la sensibilisait en la plongeant dans une solution d'azotate d'argent dont l'excès était enlevé par un lavage à l'eau distillée.

La plaque une fois sèche présente un aspect opalin; elle peut alors être exposée à la chambre noire; l'image apparaissait par un développement à l'acide gallique, elle était fixée par une solution de bromure de potassium.

Ce procédé, le premier sur verre, présentait quelques inconvénients : la couche d'albumine, surtout si elle est trop épaisse, se fendille au refroidissement; en outre la pose est assez longue. Fortier a montré qu'on pouvait l'abréger beaucoup en ajoutant du miel ou du sirop de miel au bain d'argent.

Les images obtenues sur albumine sont remarquables par leur finesse ; aussi est-on revenu à ce procédé et, tout récemment, un habile photographe, M. Chéron, est parvenu à préparer des plaques à l'albumine qui ont l'avantage de pouvoir se conserver, comme les plaques au gélatino-bromure, tandis que du temps de Niepce il fallait préparer ses plaques au fur et à mesure des besoins.

CHAPITRE VI

LES PROCÉDÉS NÉGATIFS AU COLLODION

Collodion humide. — Collodion sec. — Émulsions au collodion.

Les inconvénients que présentent l'albumine firent chercher un autre substratum aux sels d'argent ; Archer le trouva dans le coton-poudre ou pyroxyle. Cette substance découverte en 1846 par Schœnbein se prépare en faisant agir sur du coton ordinaire un mélange d'acides azotique et sulfurique. Ce pyroxyle se dissout dans un mélange d'alcool et d'éther, qui, en s'évaporant, abandonne une pellicule de coton-poudre : c'est dans les fibres de cette couche que l'on forme l'image.

On donne le nom de collodion normal à la solution de pyroxyline dans le mélange d'alcool et d'éther qui renferme généralement deux volumes d'éther pour un d'alcool (éther Hofmann). La composition du collodion normal est généralement la suivante :

Ether.	500 cc.
Alcool.	250 cc.
Coton poudre	20 gr.

Cette solution se conserve longtemps; on la transforme au moment de l'emploi, en collodion ioduré en l'additionnant d'une solution alcoolique d'iodures et bromures; le choix de ces derniers sels a une certaine importance; on emploie généralement un mélange d'iodures d'ammonium et de cadmium et de bromure de cadmium.

Le collodion ainsi ioduré ne se conserve pas; sa couleur passe rapidement du jaune au rouge, par suite de la mise en liberté d'iode. On l'étend sur la plaque de verre préalablement décapée et polie, en ayant soin de rendre la couche aussi uniforme que possible. L'éther se volatilise alors, tandis que l'alcool, moins volatil, imbibe encore la couche, empêchant la cristallisation des sels. Quand l'évaporation de l'éther a refroidi la surface du verre jusqu'au *point de rosée*, on sensibilise la plaque en la plongeant dans une cuvette renfermant le bain d'argent, solution d'azotate d'argent dans l'eau distillée.

La plaque égouttée doit, au retour du bain d'argent, être exposée *humide* à la chambre noire, dans le châssis négatif (fig. 43). La durée du temps de pose varie avec un grand nombre de facteurs; elle ne doit, en tout cas, pas excéder le temps pendant lequel la plaque demeure humide.

Le développement peut s'effectuer soit au pyrogallol, soit encore aux sels de fer. On emploie le plus souvent un mélange d'eau, d'acide acétique et de sulfate ferreux. Le développement doit s'effectuer

dans une pièce obscure éclairée seulement à la lumière jaune. On verse rapidement le bain révélateur sur la plaque de manière à la couvrir d'un seul coup.

Si l'image développée est trop faible, on la renforce soit au bain de fer, soit au bain de pyrogallol,

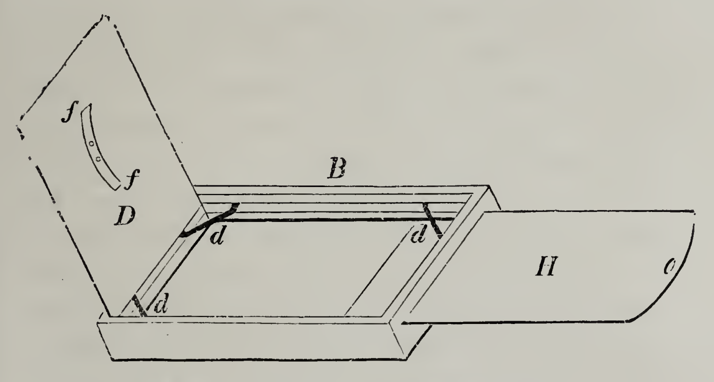


Fig. 43. — Chassis négatif (*ancien modèle*).

après quoi on la fixe dans une solution d'hyposulfite de sodium, ou de cyanure de potassium.

Si, après le fixage, l'image est encore trop faible, on procède à un second renforcement en la soumettant à un mélange de pyrogallol et d'azotate d'argent, ou à des composés métalliques qui rendent la couche plus opaque.

Si au contraire l'image est trop intense, on l'affaiblit en la soumettant à un bain convenable soit de perchlorure de fer, soit d'eau iodée.

Ces opérations terminées, le négatif est soigneusement lavé et mis à sécher. On peut alors le ver-

nir en le recouvrant de gomme arabique ou d'albumine, afin de consolider la couche qui, extrêmement fragile, ne résisterait pas aux chocs les plus légers.

Le cliché est terminé et peut dès lors servir à l'obtention des images positives.

Dans le procédé au collodion humide, toutes les opérations doivent être effectuées successivement de manière à être terminées avant que la plaque ait eu le temps de sécher. Aussi se prête-t-il peu aux opérations en voyage et a-t-on cherché longtemps une couche sensible transportable, tout en ayant les qualités du collodion humide ; l'invention du gélatino-bromure a fait interrompre les recherches entreprises dans cette voie et les divers procédés au collodion sec que l'on a préparées à l'avance ne donnent pas une solution générale du problème.

On a d'abord eu l'idée d'introduire dans le collodion de la résine qui a pour effet de conserver sa sensibilité même quand il est sec ; il faut seulement avoir soin de bien laver la plaque au sortir du bain d'argent. Malheureusement, au bout de plusieurs semaines, la plaque perd sa sensibilité qui d'ailleurs est inférieure à celle du collodion humide. On a proposé de remplacer la résine par d'autres substances telles que l'ambre, la glycirrhizine, la nitroglucose, etc., mais sans grand succès.

Un procédé meilleur et que l'on emploie encore aujourd'hui a été imaginé par Taupenot en 1855. Il

consiste à enduire la plaque de verre bien nettoyée d'une première couche d'albumine destinée à assurer l'adhérence du collodion iodo-bromuré qu'on étend sur elle pour le sensibiliser au bain d'argent ; la couche est alors lavée et recouverte d'une nouvelle couche d'albumine, iodurée cette fois. La plaque ainsi préparée peut être indéfiniment conservée ; lorsqu'on veut s'en servir, il suffit de la tremper dans un bain d'argent acidulé ou à l'acide acétique et de la laver complètement.

Ce procédé de Taupenot n'est pas à proprement parler un procédé au collodion.

Le procédé au collodion sec le plus facile et qui donne les meilleurs résultats est celui qu'a publié le major Russel en 1861. La plaque de verre est recouverte d'une première couche de gélatine sur laquelle, une fois sèche, on étend le collodion qu'on sensibilise comme d'habitude. Après un lavage convenable, on recouvre la glace d'une solution de tanin qu'on laisse sécher. Le tanin joue le rôle d'un préservateur. De nombreuses substances préservatrices ont été proposées depuis ; nous nous contenterons d'en citer quelques-unes :

Collodion préservé au miel.
— au caramel (Bartholomew).
— à l'azotate de zinc.
— à la bière.
— au lait concentré (Anthony).
— au café.

Collodion préservé à l'eau de pruneaux (Davis, 1860).
— au sirop de framboises (Lawson, 1857).
— aux sels de morphine (Bartholomew).
— au camphre (Kaiser).
— à la colophane.
— à l'infusion de tabac, etc., etc.

Dès 1853, Gaudin avait cherché à obtenir une liqueur qu'il suffisait d'étendre sur un support quelconque : verre ou papier pour obtenir une surface sensible ; sa liqueur se composait de collodion ou de gélatine tenant en suspension de l'iodure d'argent sensible à la lumière. C'était là le premier essai d'émulsion au collodion. Un grand nombre de procédés ont été proposés : ils ont tous pour but de former le sel sensible à l'intérieur de la couche de collodion; dans un certain nombre d'entre eux, on sensibilise le collodion au bain d'argent; le collodion iodo-bromuré est versé dans une cuvette; quand il fait prise, on l'arrose avec une solution d'azotate d'argent qui, par double décomposition, transforme les iodures et bromures solubles, en sels d'argent correspondants. On jette l'excès de solution argentique et on lave le collodion qu'il suffit de redissoudre dans un mélange d'éther et d'alcool pour l'étendre sur glaces. On peut opérer inversement, c'est-à-dire dissoudre l'azotate d'argent dans

le collodion et verser sur ce dernier une solution d'iodures et bromures.

Cette méthode ne donne pas une émulsion à proprement parler ; il n'en est pas de même dans celles qui consistent à mélanger deux collodions renfermant en solution l'un l'azotate d'argent, l'autre les iodures et bromures volatils.

Les émulsions au collodio-bromure d'argent, abandonnées pendant quelque temps, dès l'apparition du gélatino-bromure, ont repris une certaine vogue, surtout pour la préparation de couches sensibles orthochromatiques.

CHAPITRE VII

LES PROCÉDÉS NÉGATIFS AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT

Le procédé actuel. — Fabrication des plaques. — Leur développement. — Leur fixage. — La toilette du cliché.

Les divers procédés que nous venons de passer en revue ne sont guère plus employés que dans les ateliers de reproduction, de photogravure notamment; ils sont remplacés par le procédé au gélatino-bromure, grâce auquel la photographie est devenue d'un emploi tellement courant qu'aujourd'hui les amateurs photographes sont légion. Aussi décrirons-nous ce procédé avec quelques détails; il présente sur les autres l'avantage de supprimer la plus délicate, la plus difficile et la plus longue des opérations de la photographie : la préparation de la plaque sensible. Les plaques au gélatino-bromure se trouvent toutes préparées dans le commerce et se conservent très longtemps.

C'est Poitevin qui le premier introduisit l'usage de la gélatine en photographie; mais c'est Gaudin qui, en 1861, fit le premier des émulsions à la géla-

tine. Le D[r] Maddox, King et Kennett perfectionnèrent le mode d'opérer indiqué par Gaudin ; mais jusque-là les émulsions obtenues étaient sensibles. Charles Benett décida de l'avenir du gélatino-bromure en montrant qu'on augmente considérablement la sensibilité de l'émulsion par une digestion prolongée à la température de 32°; Van Monckoven a observé que cette maturation était accompagnée d'un changement d'état moléculaire du bromure d'argent.

Le principe du procédé au gélatino-bromure d'argent ne diffère pas de celui des émulsions au collodio-bromure : on additionne de bromures alcalins une solution aqueuse chaude de gélatine et on la mélange à une solution tiède d'azotate d'argent. Celui-ci, par double décomposition, forme à l'intérieur de la gélatine du bromure d'argent qui y reste en suspension, formant ainsi l'émulsion; quant à l'acide azotique il s'est transformé en azotates alcalins que l'on élimine par des lavages convenables, en même temps que les bromures alcalins en excès.

Bien que la préparation des plaques au gélatino-bromure ne revienne qu'à un prix minime (environ 1 fr. 20 la douzaine 13/18), elle est si délicate que tout le monde les achète toutes faites; il existe en France de nombreuses usines de plaques photographiques; citons celles de MM. A et L. Lumière, Perron, Guilleminot, Graffe et Jougla. Nous passerons rapidement en revue leur mode de fabrication.

La première opération consiste à choisir un bon

support ; on emploie le plus souvent le verre, quelquefois une pellicule de collodion, de gélatine ou de celluloïd, plus rarement le carton. Le verre doit être exempt de bulles, de stries et de rayures, être poli et plan et avoir une épaisseur uniforme. Arrivés à l'usine, les verres qui sont soit des verres à vitres choisis, soit des glaces de Bohême, sont découpés en bandes de largeur égale à l'une des dimensions des formats de plaques et de longueur égale à celle de la feuille. Il est de toute nécessité que les verres soient d'une propreté parfaite ; leur nettoyage s'effectue en les passant d'abord à l'eau, pour enlever la poussière, ensuite dans une solution de bichromate de potassium acidulée à l'acide sulfurique, et de nouveau à l'eau. Les feuilles de verre doivent en sortir uniformément mouillées, sans présenter la moindre strie : c'est là le critérium de leur propreté. Le nettoyage se fait à la main dans les petites usines ; dans les grandes, il est fait par des machines composées de rouleaux laveurs, polisseurs, etc. Les frères Lumière ont inventé une telle machine, qui, conduite par deux personnes, nettoie par jour 4000 mètres carrés de verres, travail qui, effectué à la main, exigerait pour être fait dans le même temps, une équipe de plus de mille ouvriers.

L'émulsion elle-même s'obtient au moyen des trois solutions suivantes, faites à la lumière du jour :

1° Une solution de *gélatine dure*, destinée à parfaire l'émulsion qu'on laisse gonfler une heure dans

l'eau et qu'on fond à 60° après avoir rejeté l'eau non absorbée ;

2° Une solution de *gélatine bromurée :* on ajoute de la gélatine demi-dure à une solution de bromure alcalin et on fond à 50°;



Fig. 44. — Laboratoire des émulsions, Usines de MM. A. et L. Lumière, à Lyon.

3° Une solution d'*azotate d'argent* dans l'eau distillée [1].

Ces trois solutions sont faites dans des pots en grès de 5 à 7 litres (fig. 44).

Les opérations suivantes doivent s'effectuer dans

(1) Nous ne donnons pas de formules. On en trouvera un grand nombre dans le *Formulaire aide-mémoire du photographe* (Paris Société d'éditions scientifiques).

une pièce obscure éclairée à la lumière rouge, ou mieux à la lumière verte : c'est cette dernière qui est adoptée dans l'usine des frères Lumière, parce qu'elle n'occasionne pas les accidents ophtalmiques que provoque la lumière rouge.

Le mélange s'effectue en versant peu à peu la troisième solution (azotate d'argent) dans la seconde (gélatine bromurée) préalablement légèrement refroidie, et enfin la première (gélatine dure).

L'émulsion, agitée de temps en temps, est alors maintenue au bain-marie, à la température de 40°, pendant environ une heure; dès qu'une prise d'essai présente une teinte verdâtre, on laisse refroidir l'émulsion, qui, une fois solidifiée, est soumise au lavage : l'émulsion est coupée en menus fragments qu'on place dans une mousseline plongée dans un vase rempli d'eau; tordant la mousseline, l'émulsion passe à travers sous forme de filaments vermiformes. Après ce lavage, l'émulsion est exprimée pour la débarrasser de la plus grande partie de son eau et placée dans des pots en grès où on la laisse *mûrir* cinq à six jours dans l'obscurité. La maturation se fait plus vite en maintenant l'émulsion une ou deux heures à la température de 100° ou en l'additionnant d'ammoniaque.

Quand l'émulsion a pris la teinte jaune verdâtre qui caractérise la fin de la maturation, on la fond au bain-marie à 40° et on la filtre dans un entonnoir à filtrations chaudes (fig. 45) ; il n'y a plus qu'à l'étendre sur les feuilles de verre. Ce couchage est fait

au moyen de machines perfectionnées dans un local très propre dont on éloigne toute trace de poussière.

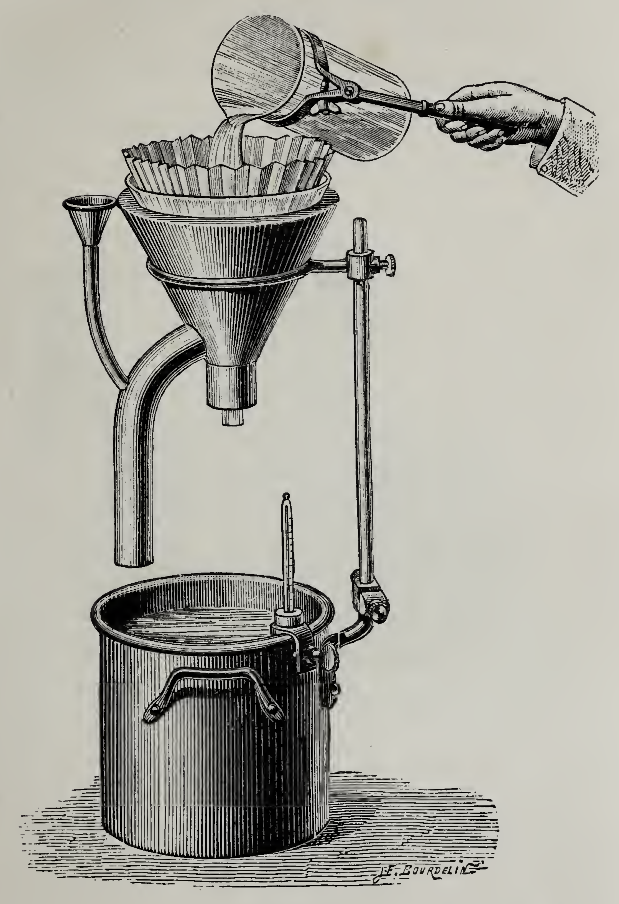


Fig. 45.

Les plaques séchées dans une pièce où circule un courant d'air sec sont coupées au format voulu,

dans l'obscurité, puis emballées dans les boîtes que l'on trouve dans le commerce.

Les plaques au gélatino-bromure ainsi préparées ont une sensibilité telle qu'une pose inférieure à 1/500 de seconde suffit pour y former une image latente. Aussi a-t-on dû, lors de l'apparition du



Fig. 46. — Eclairage du laboratoire.

gélatino-bromure, modifier l'éclairage du laboratoire destiné au développement. Tandis qu'une lumière jaune ne présentait aucun inconvénient avec les procédés au collodion sec ou humide et à l'albumine, seule la lumière rouge foncée convient pour le gélatino-bromure. On obtient une telle lumière

en tamisant la lumière d'une lanterne au moyen d'un verre rouge foncé, doublé souvent d'un verre orangé (fig. 46); depuis quelque temps on se sert de l'éclairage obtenu au moyen d'un verre jaune et d'un verre vert cathédrale superposés. Il est même prudent de plonger les plaques dans la cuvette renfermant le révélateur en pleine obscurité et de ne s'éclairer que lorsque la couche sensible est bien mouillée, ce qui lui a enlevé en grande partie sa sensibilité.

Quelle que soit l'hypothèse admise sur la constitution de la couche sensible aux points qui constituent l'image latente, nous savons qu'en ces points le sel d'argent (que, pour nous placer dans le cas le plus fréquent, nous supposerons être le bromure) est dans un état particulier, état mal défini, sous lequel ce sel d'argent peut donner lieu à certaines réactions chimiques impossibles à réaliser avec le sel maintenu dans l'obscurité à son état primitif, quelle que soit la cause de ce changement d'état (lumière, électricité, pression mécanique) et pour ne rien préjuger sur la nature du phénomène, nous appellerons avec M. de la Baume-Pluvinel *bromure d'argent modifié* le corps qui constitue l'image latente.

La réaction que nous utiliserons sera la mise en liberté à l'état de métal, de l'agent en combinaison avec le brome dans le bromure modifié. Cette opération chimique est, nous l'avons déjà dit, ce que l'on appelle une réduction ; l'agent que l'on peut employer à cet effet sera donc un réducteur. L'argent

ainsi rendu libre constituera, par son opacité, les noirs de l'image.

Les molécules de bromure d'argent directement atteintes par la lumière ne sont pas d'ailleurs les seules à être réduites. Des expériences directes ont montré d'une part que la modification était susceptible de se propager des couches directement insolées aux couches voisines de la substance sensible, pendant le laps de temps qui s'écoule entre l'exposition à la lumière et le développement de l'image; d'autre part que le contact d'argent métallique, en particulier pendant l'opération même du développement et le contact de l'argent déjà réduit permettaient la réduction des particules voisines de bromure non modifié.

Par suite de ces deux particularités, l'image finale pourra être très intense, se former par exemple dans toute l'épaisseur de la couche sensible, bien que le nombre de molécules de bromure d'argent directement modifiées par l'action propre de la lumière soit en réalité très restreint. L'expérience nous apprend que cette sorte de propagation s'effectue de préférence en profondeur; il serait cependant inadmissible qu'il n'y ait aussi un empiétement en surface des parties noires sur les parties claires de l'image, un « halo », halo qui peut être insignifiant si le développement suit de près l'insolation, mais qui, à notre avis, ne peut être absolument négligeable, si entre ces deux opérations s'écoule un temps notable.

Rappelons incidemment que l'image latente est progressivement détruite; cette destruction, fort lente, ne commençant qu'après plusieurs mois, à devenir sensible. Pour ces raisons, nous croyons avantageux, sauf les cas d'impossibilité matérielle, de faire suivre assez rapidement l'insolation du développement.

Le brome est enlevé au bromure d'argent par l'intermédiaire de l'eau, au moyen de corps facilement oxydables, convenablement choisis, que nous appellerons plus particulièrement « agents révélateurs ».

L'eau (composé d'hydrogène et d'oxygène), soumise à la double influence du bromure modifié et de l'agent révélateur, se décompose. Son oxygène se porte sur le révélateur, et l'hydrogène se combinant au brome pour donner de l'acide bromhydrique laisse l'argent réduit à l'état de métal.

Toute substance facilement oxydable, et ces substances sont en nombre considérable parmi les réactifs courants de la chimie, ne convient pas indistinctement au développement de l'image latente. Le réducteur employé doit d'abord être suffisamment énergique, sans cependant l'être assez soit pour décomposer l'eau en présence du bromure non modifié, ce qui donne une plaque uniformément noire, sans trace d'image; soit, à plus forte raison, pour décomposer l'eau de lui-même, mettant en pure perte son hydrogène en liberté.

Le réducteur choisi ainsi que ses produits d'oxyda-

tion devront être sans action nuisible (destruction, décollement, coloration) tant sur le métal réduit que sur la substance formant le substratum (gélatine, collodion, etc.). Il ne devra non plus se former en cours d'opération aucun produit insoluble qui, se déposant sur la couche photographique, la pourrait soustraire partiellement à l'action du bain révélateur.

Par raisons de commodité on choisira un agent révélateur de conservation facile, dont l'odeur ne puisse incommoder l'opérateur, et dont le contact avec les chairs n'occasionne ni corrosion, ni coloration persistante de la peau.

C'est ainsi que le gaïacol, excellent révélateur, doit de n'être jamais utilisé à son action irritante sur la peau.

Le premier en date des agents révélateurs que l'on ait proposé est, en ce qui concerne seulement les procédés au gélatino-bromure, l'oxalate ferreux (en solution dans une solution saturée d'oxalate neutre de potassium). Ce révélateur tend de plus en plus à être abandonné malgré les qualités qu'il présente.

Après la découverte du pyrogallol (phénetriol 1,3,5), l'un des meilleurs révélateurs que l'on connaisse encore actuellement, les recherches se portèrent principalement sur les dérivés de la benzine (série aromatique) hors desquels il ne semble pas actuellement exister de corps réunissant les diverses qualités nécessaires à un révélateur. MM. A. et L.

Lumière, dans une étude[1] très complète de divers réducteurs de cette série, ont pu établir l'existence d'une corrélation constante entre la qualité d'agent révélateur et une certaine constitution moléculaire du réducteur considéré.

Un réducteur, le chlorhydrate d'hydroxylamine semblait contredire les conclusions de ce travail. Tout récemment[2] MM. Lumière ont eu la bonne fortune de montrer que si quelques échantillons commerciaux d'hydroxylamine ou de ses sels avaient pu être employés au développement de l'image latente, Ils ne devaient ces propriétés qu'à une notable proportion d'impuretés, jouissant des qualités d'agent révélateur. Ces corps employés purs ne donnent plus aucun résultat.

Nous donnons ci-dessous les noms et la formule

(1) Communications faites le 7 août 1891 à la Société française de photographie :

Tout agent révélateur de la série aromatique, présente au moins deux fois, soit la fonction phénol (— OH), soit la fonction amine (— AzH^2) aromatique proprement dite, soit enfin l'une et l'autre de ces deux fonctions. Cette condition qui, sauf le cas énoncé ci-dessous semble nécessaire, est suffisante en général pour celui des isomères qui présente ces deux fonctions en position *para*. Sont aussi révélateurs les dérivés aromatiques dans lesquels l'un ou l'autre des groupements précédents liés au noyau benzinique par le groupe (— AzH —), c'est-à-dire les corps aromatiques à fonctions hydazones (— AzH — AzH^2) ou oxime (AzH — OH) directement reliés au noyau benzinique. Toute autre substitution dans le groupement benzinique de l'un de ces corps ne modifie pas en général, sa qualité de révélateur, et pourra être employée toutes les fois que la fonction nouvelle apportée par cette substitution n'aura pas par elle-même un inconvénient.

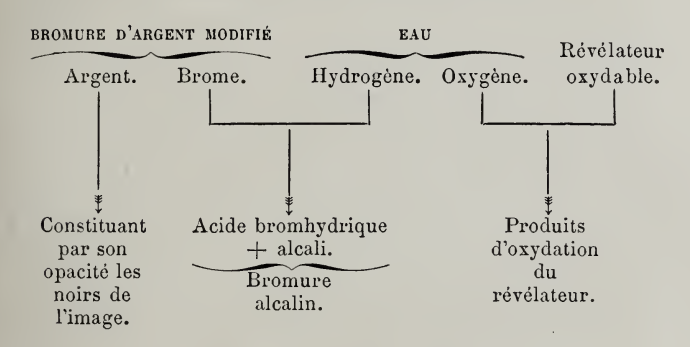
(2) Société française de Photographie. Communication du 1er mai 1896.

des agents révélateurs dont l'emploi est le plus courant :

DIPHÉNOLS . .	Hydroquinone (paraphène-diol).	OH, OH (para)
	Pyrocatéchine (orthophène-diol).	OH, OH (ortho)
TRIPHÉNOL . .	Pyrogallol (phène-triol symétrique).	OH, OH, OH
AMINE-PHÉNOL.	Paramidophénol.	AzH^2, OH
	Iconogène (amido β naphto β sulfonate de sodium).	SO^3Na, OH, AzH^2

Les deux parties vraiment essentielles d'un révélateur sont donc une substance oxydable et l'eau, et effectivement, une dissolution aqueuse de pyrogallol, peut développer l'image latente ; mais, dans ces conditions, l'acide bromhydrique qui se forme s'opposerait assez rapidement à ce que le développement continue. Il tendrait en effet à reconstituer en présence de l'argent le bromure d'argent initial. Pour parer à cet inconvénient et transformer cet acide bromhydrique en produits moins gênants, on ajoute

au bain révélateur une substance alcaline qui peut être : une base libre (potasse, soude, ammoniaque ou lithine), un sel basique (phosphate tribasique de sodium), ou enfin un sel neutre à acide faible, tel qu'un carbonate dont l'acide carbonique se dégage au fur et à mesure que prendra sa place l'acide bromhydrique formant ainsi un bromure, le plus souvent alcalin, quoique modérateur de l'action réductrice. C'est avec une bien moindre énergie que l'acide bromhydrique. Nous résumerons dans le tableau suivant la série des réactions chimiques qui constituent l'opération du développement :



Avec certains révélateurs spéciaux, le révélateur au fer, d'une part, et ceux à l'amidol ou aux corps analogues d'autre part, l'acide bromhydrique, sitôt formé, passe directement à l'état de bromure ferrique dans l'un des cas, de bromures organiques dans l'autre.

A ces trois constituants d'un révélateur viennent s'adjoindre divers agents en quelque sorte accessoires. D'abord un révélateur limité aux produits

ci-dessus indiqués serait le plus souvent impossible à conserver, l'oxygène de l'air étant absorbé assez rapidement par un révélateur alcalin (analyse de l'air par le pyrogallol en présence de potasse). On devrait donc préparer seulement au moment de chaque emploi la quantité de bain révélateur strictement nécessaire; on préfère le plus souvent préparer à l'avance une certaine provision de bain auquel on ajoute alors une substance préservatrice, susceptible sinon d'éviter, au moins de ralentir l'oxydation par l'air, et cela bien entendu sans préjudice des précautions d'ordre purement physique (conservation sous couche d'huile ou en flacons maintenus pleins). Cette addition a surtout l'avantage de ralentir l'oxydation du révélateur pendant l'opération même du développement; en particulier le développement au pyrogallol serait à peu près inutilisable sans l'addition d'un préservateur ; car, pendant la durée du développement, cependant assez courte, toute substance active dans le bain serait détruite par l'air. Parmi les nombreuses substances que l'on peut employer à cet effet (alcools et acides divers) les seules qui conviennent également bien aux divers procédés, et ne contrarient en rien l'effet propre de chacun des autres constituants sont les sulfites alcalins parmi lesquels on choisit le plus souvent le sulfite neutre de sodium.

Mentionnons enfin comme figurants dans un bain révélateur deux agents correctifs, les modérateurs et les accélérateurs.

Partant le plus souvent de données très différentes (nature et éclairage du sujet, durée d'insolation, sensibilité de la plaque) d'une opération à une autre, on conçoit aisément que l'on ne puisse arriver à un type en quelque sorte uniforme d'image où les diverses parties du sujet soient reproduites chacune avec tous les détails nécessaires qu'au moyen de traitements eux-mêmes différents et soigneusement appropriés.

En l'état actuel de nos connaissances en photographie, nous croyons qu'il est impossible de réaliser un type sûr et pratique de révélateur véritablement automatique, préparé une fois pour toutes et dans lequel il suffise pour avoir un phototype parfait, de plonger pendant un temps plus ou moins long une plaque insolée dans des conditions quelconques.

Un premier fait expérimental est que la concentration d'un bain n'influe absolument que sur la *durée* du développement. Toutes les molécules d'argent atteintes par un bain concentré le seraient aussi dans un bain identique, à la proportion d'eau près.

La concentration ou la dilution du bain ne seront donc jamais des moyens correctifs ; mais l'emploi d'un bain dilué, dont l'action est plus lente, laissera plus de temps pour l'emploi de ces correctifs, et à ce titre seulement il est avantageux d'effectuer dans un bain dilué le développement d'une plaque insolée dans des conditions particulièrement défavorables (durée d'insolation trop courte ou trop longue,

sujet lui-même défectueux au point de vue de l'harmonie entre les lumières et les ombres).

Dans la plupart des cas on pourra au contraire remédier à ces divers inconvénients par un choix convenable des proportions de chaque corps actif dans le bain. Exceptons cependant une fois pour toutes les plaques insolées pendant un temps insuffisant pour que la lumière ait pu produire son œuvre. Là où la lumière n'a pas agi, il est de toute évidence que le bain, de quelque façon qu'on le forme, ne pourra faire apparaître ce qui n'existe pas.

Pour tirer tout le parti possible d'un révélateur, on doit donc être maître d'en modifier à tout instant, en particulier au commencement du développement, la composition. On dissoudra donc d'une part la substance alcaline, d'autre part l'agent réducteur, et, pour chaque plaque au moment d'effectuer le développement, on fera le mélange des deux parties du bain dans les proportions jugées les plus convenables pour chaque cas particulier.

On s'appuiera pour ce faire sur les remarques suivantes :

L'action de l'alcali est surtout excitatrice ; avec une certaine dose convenable, l'excitation aux divers points de l'image étant réalisée en un temps assez court et d'autant plus vite en chaque point que l'action de la lumière a été plus intense, les diverses parties de l'image seront soumises pendant des temps sensiblement égaux à l'action réductrice de l'agent révélateur. L'opacité en chaque point de l'image

achevée sera donc sensiblement proportionnelle à l'intensité actinique de la lumière au point considéré; l'image ainsi obtenue présentera avec leurs valeurs relatives les divers détails de l'objet représenté. Avec des doses plus faibles d'alcali, un temps assez notable pourra s'écouler entre l'excitation aux points où seront les noirs et celle aux points peu modifiés devant former les demi-teintes. Les parties excitées les premières correspondant aux grandes lumières du sujet acquerront donc rapidement une certaine intensité avant que l'excitation ne soit commencée dans les parties correspondant aux détails des ombres, et l'opération du développement sera achevée pour les premières, bien avant que les dernières n'aient acquis leur intensité vraie. Les demi-teintes seront donc en grande partie sacrifiées : on aura ce que l'on appelle une image dure. Ce qui serait dans bien des cas un grave inconvénient, peut par la correction de certains défauts être regardé au contraire comme un avantage. La diminution de la dose d'alcali tendant à accentuer les différences entre les lumières et les ombres d'un sujet, on développera dans ces conditions l'image d'un sujet monotone, manquant d'ombres et de lumières franches. Un premier correctif aura d'ailleurs été déjà apporté, lors de l'insolation, en réduisant au minimum le temps de pose.

On diminuera de même la proportion d'alcali pour révéler l'image sur une plaque que l'on sait avoir été accidentellement trop longtemps exposée à la

lumière et qui, sans cette précaution, donnerait une image presque uniformément grise.

L'emploi d'une trop forte dose d'alcali aurait exactement l'effet inverse, c'est-à-dire tendrait à uniformiser l'image, pourrait même, si l'on exagérait, donner au bain une telle énergie que le bromure non modifié finirait par être réduit presque aussi facilement que le bromure modifié.

L'addition à un bain normal d'alcali tendant à réduire les différences entre les grandes lumières et les ombres, on fera cette légère addition au bain lorsqu'on aura à développer soit une plaque pour laquelle la durée d'insolation a été extrêmement courte et où par suite les ombres auront beaucoup de peine à donner quelques détails, soit encore à développer l'image d'un sujet à trop grands contrastes, auquel on pourra donner aussi plus de douceur et de modelé. Dans ce dernier cas, on aura employé déjà comme première correction la surexposition lors de l'insolation.

L'addition de réducteur au bain équivaut à une soustraction d'alcali au même bain plus concentré et par suite produira exactement l'effet inverse de celui qu'aurait donné une addition d'alcali.

Pour les diverses corrections à effectuer en cours du développement, on emploie très avantageusement et suivant le cas, les modérateurs ou les accélérateurs.

Les modérateurs s'opposent à la venue de l'image et cela d'autant plus facilement que l'action de la

lumière a été moins vive. Ils accentueront donc les différences entre les lumières et les ombres, et compléteront l'effet de la diminution d'alcali que l'on ne peut évidemment pousser jusqu'à sa suppression.

Signalons d'abord comme obstacle, presque absolus à la venue de toute image les oxydants énergiques (bichromate de potassium, hypochlorites, etc.), qui, ajoutés au révélateur, y détruisent l'agent réducteur, mais qui, comme d'ailleurs aussi les autres modérateurs, agissant sur la plaque même avant développement, y détruisent partiellement l'effet de la lumière. Nous citerons aussi comme modérateurs énergiques les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, les sels, en particulier les sels alcalins, de ces divers acides. Toutes ces substances, s'opposant presque totalement au développement n'ont bien entendu aucun emploi pratique, en ce qui nous concerne. Le modérateur le plus couramment employé est le bromure de potassium en solution très étendue qui se combine aux parties les moins modifiées du bromure d'argent pour donner un sel double irréductible par les agents révélateurs ordinaires. A chaque agent révélateur correspondent enfin des retardateurs particuliers dont l'effet est mal connu jusqu'ici. Le plus souvent, la combinaison du bromure d'argent avec le retardateur donnera un sel double (par exemple un bromure double de potassium et d'argent, si le retardateur est le bromure de potassium), le sel double

formé étant inattaquable par le révélateur. L'addition du retardateur ralentit l'action du révélateur, et cela d'autant plus que la modification due à la lumière a été moins profonde. On augmente donc ainsi les contrastes entre les lumières et les ombres. Remarquons d'ailleurs qu'un bromure métallique se formant de lui-même dans le bain révélateur au fur et à mesure de l'usage, un vieux bain employé seul donne des images dures, à contrastes exagérés, mais le mélange en proportions convenables d'un bain vieux à un bain neuf remplacera avantageusement l'emploi du bromure. Pour atténuer les contrastes, avec moins de chances de voile que par une addition exagérée d'alcali, on emploiera au contraire les substances à coloration. Il n'y a pas dans le choix de ces substances de règle précise que l'on puisse formuler à priori.

Ainsi l'addition de quelques gouttes d'une solution au 1/100 d'hyposulfite de soude, qui améliore le bain à l'oxalate ferreux, compromettait toute opération dans un révélateur alcalin à réducteur organique. Dans ce dernier cas, au contraire, l'addition de traces de ferrocyanure de potassium donnera de bons résultats.

Nous résumons, dans le tableau suivant, les résultats essentiels de cette étude :

RÉSULTAT CHERCHÉ	DURÉE DE POSE à employer.	MODIFICATION à faire à un bain révélateur normal.
Diminuer les contrastes exagérés d'un sujet.	Longue (utiliser la surexposition).	Augmenter la proportion d'alcali; peu ou pas de modérateur.
Corriger l'effet d'une durée de pose insuffisante.		Augmenter la proportion d'alcali et ajouter accélérateur, sinon exagérer encore l'alcali, mais employer alors un peu de retardateur pour éviter le voile.
Donner des contrastes à un sujet monotone.	Très courte.	Augmenter la proportion du réducteur, ajouter modérateur.
Corriger l'effet d'une durée de pose trop longue.		Augmenter la proportion du réducteur; très forte dose de modérateur; diluer le bain pour suivre plus facilement l'opération.

L'image, une fois développée et rincée sommairement devra être fixée : on emploie à cet effet un réactif sans action sur l'argent réduit, et susceptible de transformer en produits solubles le bromure d'argent non réduit. Le plus commode de tous ces réactifs est la dissolution d'hyposulfite de sodium.

L'hyposulfite de sodium dissous mis en présence de bromure d'argent peut donner naissance à deux hyposulfites doubles de sodium et d'argent. L'un deux, contenant des quantités équivalentes de sodium et d'argent, est soluble soit dans la dissolution d'hyposulfite, soit dans l'eau. L'autre contenant moins d'argent est insoluble dans l'eau et peu soluble même dans la dissolution d'hyposulfite de sodium. Si ce sel se forme, ce qui arrivera surtout si l'on emploie une solution trop diluée d'hyposulfite si l'on emploie une solution d'hyposulfite ayant déjà trop servi, ou si l'on effectue le fixage à la lumière, il sera impossible quelle que soit la durée du lavage subséquent, de l'éliminer de la couche, où, se décomposant bientôt, il pourra laisser par places des taches opaques. On n'aura alors comme unique ressource que l'emploi de moyens chimiques (hypochlorite, permanganate acidulé, etc.) sur l'effet utile desquels on n'est même pas fixé.

Le cadre de cet ouvrage ne comportant pas l'énoncé de formules ou de recettes nous bornerons ici notre étude des produits relatifs à l'obtention du phototype [1].

Le cliché fixé, lavé et séché est renforcé ou affaibli, si l'image est trop faible ou trop intense, nettoyé et retouché s'il y a lieu. La retouche consiste à corriger les défectuosités provenant des manipulations : boucher les trous provenant d'éraillures

(1) Voir *Leçons élémentaires de photographie pratique* de G.-H. Niewenglowski, chez Desforges, éditeur.

de la gélatine, quelquefois à supprimer ou atténuer des défauts présentés par le modèle, ou à diminuer la transparence trop grande de certaines parties du cliché. Celui-ci est ensuite verni, surtout quand il doit être conservé longtemps.

Quand ces opérations, dont l'ensemble constitue ce que l'on pourrait appeler la toilette du cliché, sont terminées, on peut se livrer au tirage des photocopies positives par l'un des procédés que nous allons passer en revue [1].

(1) Nous devons adresser tous nous remerciements à notre ami et collaborateur M. L.-P. Clerc, qui a bien voulu nous aider à la rédaction de ce chapitre.

CHAPITRE VIII

LES PROCÉDÉS POSITIFS

Photocopies positives aux sels d'argent, aux sels de fer, aux sels de platine. — Diapositives. — Procédés fondés sur les propriétés de la gélatine bichromatée : par saupoudrage, au charbon.

Si on n'emploie guère actuellement que le procédé au gélatino-bromure pour obtenir le phototype négatif, il existe un très grand nombre de procédés de

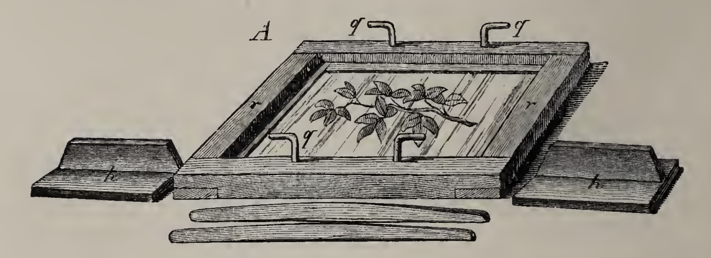


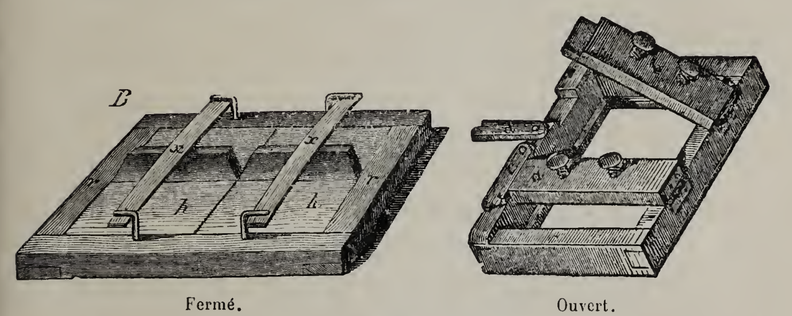
Fig. 47. — Châssis-presse à copier.

tirage de photocopies positives et nous devrons nous contenter d'indiquer le principe des plus courants. Les plus employés sont ceux à base de sels d'argent, de fer, de platine et de chrome.

Quel que soit le mode de tirage utilisé, le photo-

type négatif est placé dans un châssis-presse (fig. 47, et 48) et recouvert du papier sur lequel on veut tirer la photocopie de sorte que sa face sensible soit au contact de la face gélatinée du négatif; le châssis-presse étant fermé, on expose le tout à la lumière, de préférence à l'ombre.

Si on veut limiter l'image, on place entre le cliché et le papier un cache en papier noir, sorte



Fermé. Ouvert.

Fig. 48. — Châssis-presse.

d'écran qui protège de l'action de la lumière certaines portions du papier sensible, découpé suivant le profil des parties à préserver.

Souvent, surtout pour les portraits, on dégrade les contours qui se fondent alors insensiblement avec le fond blanc, en plaçant sur le châssis-presse, durant l'insolation, un dégradateur, lame de verre ou de carton munie d'une ouverture ovale ou en forme de poire.

Le sel d'argent le plus employé est le chlorure que l'on forme par double décomposition soit à la surface même du papier (papier salé) soit à l'inté-

rieur d'un véhicule qui est généralement l'albumine, la gélatine ou le collodion.

Le papier est d'abord salé ou encollé avec de l'albumine salée. Quand il est sec, on le fait flotter à la surface d'un bain d'argent, solution aqueuse d'azotate d'argent. Par double décomposition, il se forme à la surface du papier ou à l'intérieur de l'albumine du chlorure d'argent et le papier est en outre imbibé d'un léger excès d'azotate d'argent. On le suspend à l'aide de pinces américaines pour le laisser sécher dans l'obscurité ; c'est seulement une fois sec qu'on peut l'utiliser.

Quand on emploie comme véhicule le collodion ou la gélatine, on opère différemment : le chlorure d'argent est formé à l'intérieur de ces substances. On fait ainsi une émulsion analogue à celles qui servent pour les procédés négatifs, avec cette seule différence que les bromures alcalins sont remplacés par des chlorures. L'émulsion est ensuite étendue sur papier.

Quel que soit celui des papiers sensibles que l'on emploie, le traitement est toujours le même ; exposé au châssis-presse, derrière le cliché, le papier noircit aux endroits qui correspondent aux parties transparentes du négatif. Quand il a pris une teinte convenable, on pourrait se contenter de fixer l'image en dissolvant dans l'hyposulfite de sodium le chlorure d'argent non impressionné. Mais l'image ainsi obtenue s'altérerait assez rapidement. Aussi remplace-t-on, au moins partiellement, l'argent qui forme

l'image par un métal plus stable, l'or et quelquefois le platine; c'est ce qu'on fait en plongeant l'épreuve dans un bain convenable le *bain de virage*. Ce n'est qu'après que l'image est fixée, et après un lavage très abondant destiné à enlever toute trace d'hyposulfite qui serait une cause d'altération, que la photocopie est séchée, découpée au format voulu, puis collée sur carton.

Il arrive fréquemment qu'au sortir du fixage, ou un temps plus ou moins long après, l'épreuve prend une teinte jaunâtre, puis pâlit de plus en plus et finit avec le temps par disparaître; quelquefois, elle n'est que partiellement atteinte. Ces altérations viennent surtout d'une sulfuration des épreuves. L'argent de l'image n'est jamais remplacé totalement par de l'or et il peut rester sur l'épreuve des traces d'hyposulfite; celui-ci se décomposant facilement, son soufre forme avec l'argent un sulfure qui, noir à l'état naturel, est jaunâtre quand il prend naissance en présence de substances colloïdes, comme la gélatine. Cette cause de l'altération donne des indications très utiles sur la conduite du virage, indications qu'il est indispensable de suivre si on veut obtenir des images se conservant plusieurs années.

Le virage doit être poussé aussi loin que possible afin que la majeure partie de l'argent soit remplacée par de l'or; le bain doit être neutre ou mieux alcalin; le bain doit renfermer outre le chlorure d'or un corps destiné à le réduire partiellement afin de

le rendre plus apte à céder son or à l'épreuve; des nombreux corps proposés dans ce but, la craie doit être choisie de préférence. Cette précaution ne doit pas empêcher de faire subir à la photocopie un lavage à fond avant de la fixer dans le but de lui enlever les moindres traces d'acide qu'elle peut contenir et qui suffiraient pour provoquer la décomposition de la solution d'hyposulfite de sodium; celle-ci doit être assez concentrée (15 à 20 p. 100), ne doit jamais contenir plus de deux ou trois épreuves à la fois et être souvent renouvelée.

Il est indispensable d'employer des bains séparés pour le virage et le fixage. L'emploi, qui se répand à tort, de bains combinés de fixage-virage est désastreux au point de vue de la conservation des épreuves ; le sel d'or que contiennent ces divers bains n'intervient pas le plus souvent comme on peut s'en assurer aisément en constatant qu'une épreuve au gélatino-chlorure d'argent, plongée dans un bain d'hyposulfite acidulé ou additionné d'alun, y acquiert au bout d'un certain temps le même ton qu'au bain de virage à or et qu'un de ces bains combinés est encore capable de virer les épreuves, alors même que tout l'or qu'il contenait a été éliminé par des virages antérieurs. Inutile d'ajouter que si les images semblent ainsi virées elles ne tardent pas à s'altérer ; cette altération est accélérée par la présence de sels de plomb que renferment la plupart de ces bains combinés dont il faut absolument rejeter l'usage.

Il y a encore quelque temps, on avait l'habitude

d'émailler les photocopies, c'est-à-dire de les recouvrir d'une couche de gélatine protégée de l'humidité par une couche de collodion, ce qui rendait l'épreuve plus brillante et donnait plus de transparence aux ombres. L'émaillage n'est plus à la mode; on se contente aujourd'hui de satiner les photocopies en les faisant passer entre un cylindre légèrement cannelé et une règle d'acier polie, chauffée, qui communique son brillant à l'image. Les épreuves satinées sont souvent encaustiquées pour les mettre autant que possible à l'abri de l'humidité.

Les procédés positifs au chlorure d'argent que nous venons d'indiquer sont des procédés par noircissement direct. On peut aussi se servir pour tirer les positifs des diverses couches sensibles employées pour les négatifs : ce sont les procédés par développement. On modifie généralement la composition des émulsions destinées à cet usage, dans le but de les rendre plus lentes.

Au lieu d'étendre la couche sensible sur papier, on peut la coucher sur un support quelconque, notamment sur verre : on obtient alors des *diapositives :* tels sont les positifs sur verre que l'on emploie pour les projections.

L'action de la lumière sur les sels de fer, que nous avons déjà signalée (p. 9), sert de base, à un grand nombre de procédés positifs ; ils sont surtout employés pour obtenir des photocalques de dessins au trait, notamment de dessins d'architecture. Le plus employé des papiers ainsi préparés

est celui dit au ferroprussiate, papier enduit d'un mélange de ferricyanure de potassium (prussiate rouge de potassium) et de citrate de fer ammoniacal. Exposé à la lumière derrière un négatif, il suffit de le laver à l'eau pour en obtenir une image blanche sur fond bleu. Le perchlorure de fer sert à la préparation de papiers qui donnent au contraire des images bleues sur fond blanc.

Certains sels de platine, mis en présence de substances organiques, sont réduits à la lumière. L'application de ces propriétés, observées pour la première fois par Herschell est due aux travaux du capitaine Pizzighelli et du baron Hübl. Ils ont indiqué deux procédés, l'un par noircissement direct, l'autre par dévoloppement qui, l'un et l'autre, permettent d'obtenir des images très stables et d'un effet très artistique. Le papier par noircissement direct est insolé au châssis-presse comme le papier albuminé jusqu'à ce qu'il ait atteint la teinte désirée, il suffit alors d'un lavage à l'eau acidulée suivi d'un lavage à l'eau pure pour achever l'épreuve.

Le papier par développement est, comme le premier, enduit d'une solution de chloroplatinite de potassium, d'oxalate ferrique et de chlorate de fer; les proportions seules diffèrent. L'insolation au châssis-presse a pour effet de dessiner l'image en clair sur un fond plus sombre. Le développement s'effectue dans un bain d'oxalate neutre de potassium acidifié par une solution d'acide oxalique et maintenu à la température de 85° C. L'image, révélée

presque instantanément, prend une belle teinte noire; on la plonge dans de l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique pour enlever tout le sel de fer contenu dans le papier. Un lavage à l'eau débarrasse les épreuves de l'acide chlorhydrique.

L'action de la lumière sur les sels de chrome mélangés de substances organiques a fourni la base d'un très grand nombre de procédés positifs. Les plus importants sont dus à Poitevin qui, le premier, observa :

1° Que les bichromates solubles modifient et détruisent sous l'action de la lumière, les propriétés adhésives et hygroscopiques de certaines matières telles que le sucre, le miel, etc., observation utilisée dans les procédés par saupoudrage;

2° Que la gélatine bichromatée devient insoluble plus ou moins profondément dans l'épaisseur d'une couche de ce mélange proportionnellement à l'intensité de la lumière incidente, propriété sur laquelle il a basé le procédé dit au charbon;

3° Que la gélatine bichromatée possède encore un grand nombre de propriétés utilisées dans de nombreux procédés photomécaniques que nous décrirons dans le chapitre suivant.

Dans les procédés par saupoudrage, dus à Garnier et à Salmon, on étend sur des glaces ou des surfaces bien planes un liquide formé d'eau, de miel, de sirop de sucre, de glucose et d'un bichromate alcalin; l'excès de liquide étant enlevé, on sèche la plaque sur la flamme d'une lampe à alcool et on

l'expose encore chaude au châssis-presse, sous une diapositive. L'image se développe en promenant à la surface de la plaque un blaireau chargé de poudres très fines qui n'adhèrent qu'aux endroits qui n'ont pas subi l'action de la lumière.

Mais le procédé à la gélatine bichromatée le plus usité est le procédé au charbon, dû à Poitevin, dont le principe est très simple. On étend sur papier de la gélatine bichromatée mélangée d'une poudre colorante, charbon ou autre. Si, après insolation derrière un négatif, on traite un tel papier par l'eau chaude, elle dissout la gélatine non insolée et entraîne avec elle la matière colorante. Mais si le procédé paraît aussi simple en théorie, il n'en est pas de même en pratique. Soient en effet (fig. 49 *a*) *c*, *c* les noirs, *b* les demi-teintes d'un cliché négatif N ; si on expose derrière lui un papier recouvert d'une couche *g* de gélatine bichromatée, celle-ci va devenir insoluble sous les parties transparentes du cliché plus ou moins profondément, comme l'indique la figure 49 *b* sur laquelle on a représenté par des hachures les parties insolubilisées ; si nous traitons alors le papier gélatiné par l'eau chaude (fig. 49 *c*), celle-ci va dissoudre la gélatine non insolée, c'est-à-dire les portions représentées en blanc sur la figure, de sorte que les parties insolubilisées correspondant aux demi-teintes cessent d'être soutenues et s'effondrent. On obtient finalement un relief (fig. 49, *d*) dans lequel les demi-teintes ont disparu. C'est pour obvier à cet inconvénient qu'on effectue

un transfert : le papier insolé est immergé peu de temps dans l'eau puis collé par simple pression à une glace cirée ou à un papier spécial, de sorte que la couche sensible se trouve emprisonnée entre deux supports ; le support primitif est détaché par

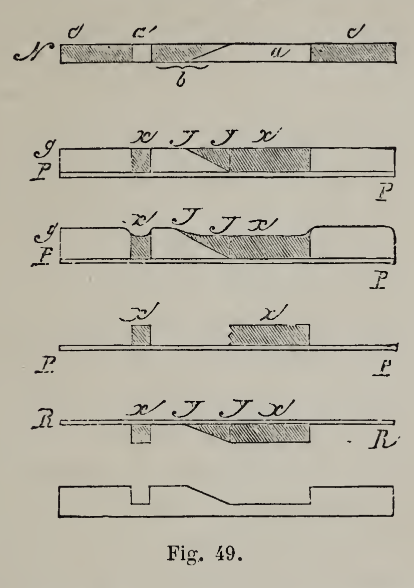


Fig. 49.

immersion dans l'eau chaude. Les demi-teintes sont dès lors adhérentes à la nouvelle base et ne disparaissent plus lors du dépouillement, qui donne un relief analogue à celui représenté sur la figure 49, *e*.

Mais le transport de l'image sur un nouveau support a eu pour effet de la retourner, pour la redresser, afin de l'obtenir dans son vrai sens, on colle sur l'épreuve un papier spécial, dit papier double transfert. L'image sèche, on la sépare facilement

avec ce dernier papier du support provisoire qui l'abandonne facilement. Comme on le voit, les opérations sont assez compliquées ; si on possède un négatif pouvant être à volonté imprimé par le recto ou le verso, tel que les négatifs pelliculaires, ou si l'image négative est elle-même retournée, on peut se contenter d'un simple transfert.

Un grand nombre de chercheurs ont cherché à éviter même le simple transfert afin de simplifier encore le procédé, et, tout récemment, un habile photographe, M. Artigues a pu fabriquer un papier dit charbon-velours qui n'exige aucun transfert et donne des images aussi fines et aussi inaltérables que les procédés ordinaires au charbon.

CHAPITRE IX

LES PHOTOTIRAGES MÉCANIQUES

Photolithographie directe et indirecte. — Photocollographie. — Phototypographie, au trait et à demi-teintes. — Photoglyptographie. — Photogalvanographie. — Photoplastographie.

Parmi les nombreux modes de tirage des photocopies positives, il en est un certain nombre qui se prêtent aisément à la multiplication des épreuves ; ce sont ceux qui désignés sous le nom de phototirages mécaniques, s'obtiennent par les procédés de l'impression mécanique.

Ces procédés peuvent être divisés en trois grandes catégories à chacune desquelles correspond un procédé photographique.

A l'impression lithographique dans laquelle on applique de l'encre grasse sur un dessin tracé sur une surface plane, pierre ou métal, le dessin seul prenant l'encre qui est repoussée par les autres portions de la surface, correspond la photocollographie dans laquelle une photocopie sur gélatine bichromatée joue le rôle de la pierre lithographique.

A l'impression typographique qui consiste à encrer un cliché à surfaces saillantes correspond la

phototypographie dans laquelle le cliché est obtenu sur métal directement par l'action de la lumière.

A l'impression en taille-douce dans laquelle on remplit d'encre des creux taillés dans une planche de métal dont on nettoye la surface avant d'appliquer sur elle la feuille de papier qui doit recevoir l'image, correspond la photoglyptographie, ou gravure en creux par la lumière.

Enfin il existe un quatrième mode de phototirage : la photoplastographie, tirage au moyen d'une photocopie modelée en creux dans laquelle on a coulé une encre gélatineuse.

Passons rapidement en revue ces divers procédés.

Impressions sur surfaces planes. — Quand on n'a pas besoin d'une grande finesse, on peut reporter une image photographique sur pierre ou sur métal et tirer comme une lithographie ordinaire. On obtient de meilleurs résultats en formant directement l'image sur pierre ou sur métal, à l'aide des propriétés de la gélatine bichromatée : c'est la photolithographie proprement dite. Dans les procédés par report il est inutile de se servir d'un négatif retourné : on obtient directement l'image dans son vrai sens ; il n'en est pas de même en photolithographie proprement dite et en photocollographie. Ce dernier procédé, connu vulgairement sous le nom de phototypie [1], consiste à employer comme surface

(1) Voir la planche hors texte placée en frontispice du volume.

imprimante non plus la pierre ou le métal, mais une couche continue de gélatine bichromatée étendue sur un support rigide ou sur un support souple.

Dans l'industrie, on étend généralement la couche sensible sur une glace forte. Celle-ci, choisie aussi plane que possible, à bords rodés et taillés en biseau

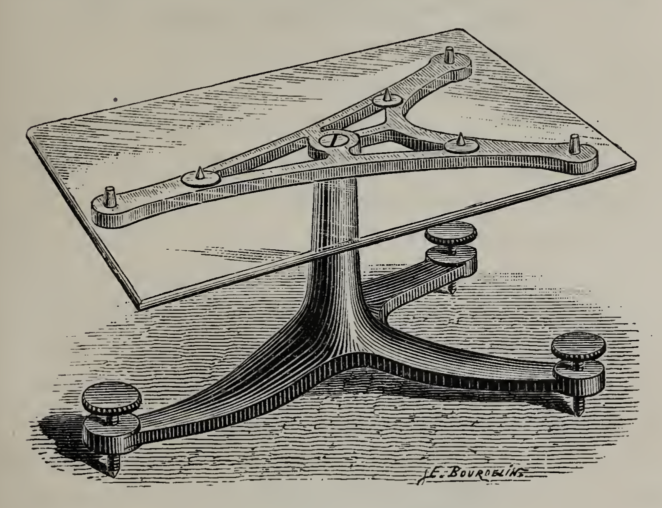


Fig. 50. — Pieds à vis calantes.

est bien nettoyée, puis grainée à l'émeri. On la recouvre alors d'une première couche, généralement d'un mélange de bière et de silicate potassique, destinée à assurer l'adhérence de la couche sensible, formée d'un mélange d'eau, de gélatine et de bichromates alcalins en proportions variables suivant qu'on opère l'été ou l'hiver. La solution est filtrée dans un appareil à filtrations chaudes, puis étendue sur la glace parfaitement horizontale grâce au sup-

port à vis calantes qui la porte (fig. 50). Il n'y a plus qu'à la sécher à l'étuve pour la rendre propre à l'insolation qui s'effectue au châssis-presse, der-

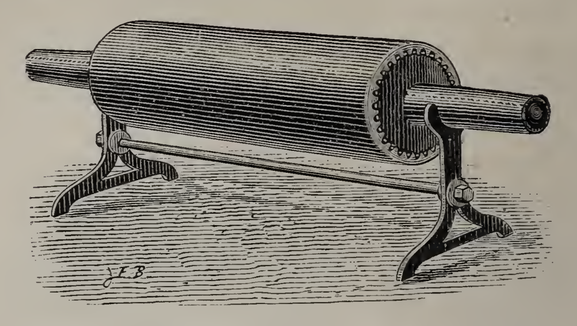


Fig. 51. — Rouleau de cuir pour photocollographie.

rière un négatif retourné. L'insolation étant jugée suffisante, on débarrasse la couche de toute trace

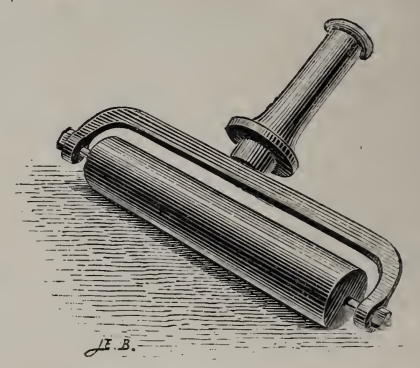


Fig. 52. — Rouleau de gélatine.

de sel de chrome par un lavage à l'eau courante dans une cuve à dégorger. On laisse la couche sécher spontanément.

Sèche, elle est propre à l'impression ; on la recouvre d'un bain mouilleur, mélange d'eau et de glycérine qui supprime une grande partie des reliefs présentés par la gélatine.

L'encrage s'effectue d'abord avec un rouleau de cuir (fig. 51), puis avec un rouleau de gélatine (fig. 52), qui sert surtout à épurer l'image, c'est-à-dire à maintenir les blancs. L'encre ne prend que dans les parties insolées (correspondant aux blancs des clichés) et proportionnellement à leur degré d'insolation, c'est-à-dire à la transparence du cliché ; elle est au contraire repoussée par les parties qui n'ont pas subi l'action de la lumière. Il en résulte qu'une feuille de papier pressée sur cette surface encrée présente après l'en avoir détachée une image dans laquelle toutes les valeurs de l'original sont exactement rendues.

La pression de la feuille de papier s'obtient à l'aide de presses spéciales dont la figure 53 représente un spécimen.

Tout récemment deux amateurs habiles ont simplifié la technique de la photocollographie qu'ils ont mise à la portée de tous en supprimant l'outillage coûteux qu'elle exigeait auparavant. Le premier, M. A. Tournois, emploie comme planche une feuille de gélatine, connue dans le commerce sous le nom d'ivoirine, qu'il sensibilise en la plongeant dans une solution de bichromate alcalin et qu'il laisse sécher à l'obscurité, sans étuve. Le second, M. L. Tranchant se sert d'une feuille de papier

gélatiné. Grâce à l'emploi de ses supports souples, la presse est inutile ; il suffit, pour le tirage des épreuves, de passer un rouleau de caoutchouc au-dessus du papier.

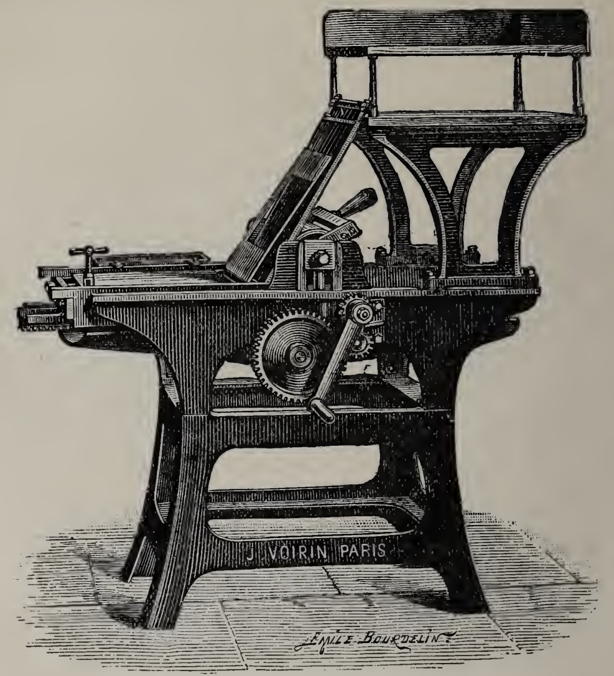


Fig. 53. — Presse phototypique Voirin.

Phototypographie.— Les images photocollographiques ont l'inconvénient de ne pouvoir être tirées en même temps que le texte ; aussi a-t-on cherché depuis longtemps à transformer les phototypes négatifs en clichés pouvant être tirés à la presse ordinaire et au milieu du texte. Pendant longtemps

la phototypographie n'a pu être appliquée qu'aux dessins au trait; après avoir décrit sa technique, nous verrons quelles modifications on doit lui apporter pour la reproduction des images présentant des demi-teintes.

On a proposé un grand nombre de procédés phototypographiques; les plus utilisés sont basés sur les propriétés du bitume de Judée ou de la gélatine bichromatée. Le but à atteindre est d'obtenir sur métal, cuivre ou plus souvent zinc, un cliché typographique susceptible d'être tiré à la presse d'im-

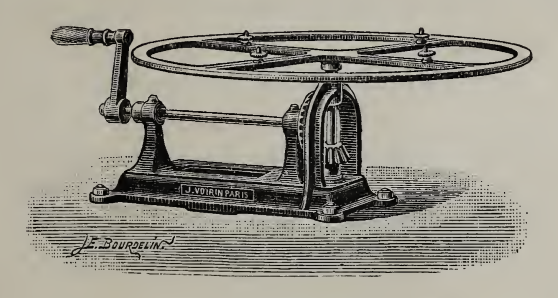


Fig. 54. — Tournette.

primerie. On produit une image à la surface du métal qu'on creuse en tous les points qui ne doivent pas recevoir l'encre d'impression.

Le procédé le plus simple et le plus employé date du temps de Niepce.

Une plaque de zinc de 0^{m},0005 à 0^{m},0003 d'épaisseur, bien planée et polie à l'émeri fin, est recouverte d'une solution de bitume de Judée dans la benzine. L'épaisseur de la couche est égalisée à

l'aide de la tournette (fig. 54) avec laquelle on utilise les propriétés de la force centrifuge. Après insolation de la plaque sèche derrière un négatif, on enlève l'excès de bitume par l'essence de térébenthine : c'est le dépouillement de l'image dont les noirs sont formés d'une couche de bitume. Si on plonge alors la plaque dans l'eau acidulée, celle-ci attaque le zinc dans les portions non recouvertes de bitume, ce qui creuse les blancs, tandis que les noirs restent en relief. Pour obtenir un meilleur relief on effectue plusieurs morsures en ayant soin, après chacune d'elles, de procéder à un encrage spécial destiné à protéger les traits ; si, pour obtenir des creux profonds on employait un bain très fortement chargé d'acide, les traits seraient rongés en dessous et les parties les plus fines de l'image disparaîtraient.

La morsure terminée, on découpe avec une scie à main les bords et les blancs du cliché sur les bords ou les creux duquel on perce quelques trous destinés au passage des pointes qui doivent fixer le cliché sur des bois d'épaisseur convenable pour pouvoir être imprimés sans difficulté à la presse typographique ; ces dernières opérations constituent le montage.

L'insolubilisation des substances colloïdes bichromatées par la lumière peut être utilisée d'un grand nombre de manières pour produire des blocks typographiques. Fox Talbot recouvrait une plaque d'acier bien plane d'une couche de gélatine bichro-

matée et l'insolait une fois sèche derrière une diapositive sur verre; un lavage à l'eau chaude enlevait la gélatine non impressionnée et mettait à nu le métal qu'il attaquait avec un mélange d'acide acétique et d'acide azotique.

Deux ans après la découverte de Talbot, l'autrichien Paul Prestch, eut l'idée d'utiliser le relief ainsi obtenu sur gélatine bichromatée, comme un moule qu'on reproduit en métal au moyen de la galvanoplastie. Le moulage métallique de ces empreintes sur gélatine a fait l'objet de nombreux travaux dont les plus importants sont dus à M. Placet. Il a reconnu que le mieux était de métalliser la gélatine pour la rendre conductrice en la recouvrant d'une couche d'argent assez épaisse pour l'empêcher de se gonfler dans le liquide du bain galvanoplastique.

Ces procédés photogalvanoplastiques sont, à tort, peu employés; par contre, on utilise assez souvent l'albumine bichromatée étendue sur plaque de zinc, absolument propre et bien décapée; on obtient ainsi de plus grandes finesses qu'avec le bitume; en outre, la pose, qui est de une à cinq minutes au soleil, de quinze à trente à l'ombre, est beaucoup plus courte. La plaque insolée est dépouillée sous l'eau; quand l'image est bien venue, on chauffe la plaque légèrement pour consolider la couche d'albumine et, après encrage, on procède à la première morsure, puis on achève comme pour le bitume.

Jusqu'à présent nous n'avons parlé que de la

reproduction phototypographique des dessins au trait; s'il s'agit de reproduire une image à demi-teintes telle qu'un phototype pris à la chambre noire d'après nature, on rencontre la même difficulté que nous avons signalée à propos du procédé au charbon, que l'on opère avec le bitume ou avec les sels de chrome : les demi-teintes s'effondrent. Mais ici on ne peut, comme dans le cas du charbon, avoir recours au transfert ; tous les reliefs du cliché en métal devant être dans un même plan.

On a cherché longtemps le moyen d'utiliser les procédés au bitume ou à l'albumine à la production de clichés typographiques à demi-teintes; et de nombreux procédés ont été proposés; ce n'est que depuis l'invention des réseaux ou trames que le problème est réellement résolu.

La solution consiste à transformer le cliché à demi-teintes en cliché de lignes en rompant la continuité des demi-teintes par des hachures. Celles-ci s'obtiennent en plaçant entre le phototype et la plaque de métal, un réseau, c'est-à-dire un quadrillage très fin, gravé ou photographié sur une glace de verre.

Les figures 55, 56, 57 représentent divers spécimens de ces réseaux exécutés par la maison Gaillard, de Berlin ; on a essayé de remplacer, mais sans succès, ces réseaux par des étoffes à trame très fine, telles que les grenadines.

La théorie de ces réseaux a été récemment faite par M. C. Féry.

Depuis peu de temps, on se sert pour l'obtention

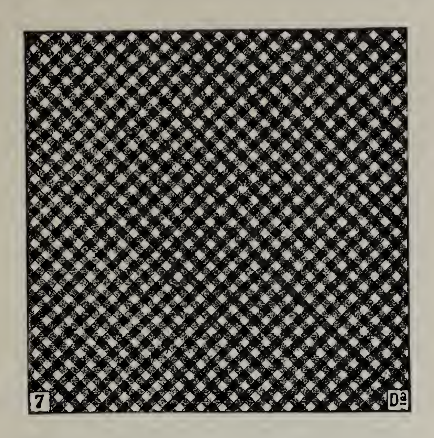


Fig. 55. — Spécimen de réseau ou trame.

des clichés typographiques à demi-teintes, vulgairement appelés *similis*, d'un procédé américain dit



Fig. 56. — Spécimen de trame.

cuivre émail qui a l'avantage d'être très rapide. Sur

une plaque de cuivre bien décapée, polie à la potée d'étain, on étend un mélange de colle de poisson, d'albumine et de bichromate d'ammonium dissous dans un peu d'eau ; on sèche la couche à 40° et après une ou deux minutes d'insolation au châssis-presse recouvert du réseau, on dépouille l'image, à l'eau



Fig. 57. — Spécimen de trame.

froide d'abord, chaude ensuite. On passe de nouveau la plaque dans l'eau froide, puis dans l'alcool et, une fois sèche, on la cuit, ce qui donne à l'image très visible une teinte brun-chocolat ; on peut à ce moment procéder à la morsure qui se fait dans un bain de perchlorure de fer à 30°. La morsure terminée, on tire une première épreuve ; si elle n'est pas satisfaisante on procède à une nouvelle morsure après avoir enlevé l'encre par l'essence de térébenthine et on achève comme d'habitude.

Photoglyptographie. — Les divers procédés de phototypographie que nous venons de voir permettent aussi d'obtenir des planches gravées en creux qu'on tire en taille-douce ; il suffit au lieu d'insoler la plaque derrière un négatif, de l'insoler derrière un positif et réciproquement.

Les divers procédés de photogravure en creux ont été étudiés à fond par M. Placet ; l'un d'eux est basé sur le grain dont se recouvrent certaines gélatines bichromatées quand on les plonge dans une solution de sulfate ferreux dans l'eau acidulée à l'acide acétique : si, avant de plonger la feuille de gélatine dans ce bain on a produit à sa surface une image photographique, la surface est grainée partout où cette image n'a pas fait réserve. Il suffit d'en prendre un moulage métallique pour obtenir une planche en creux propre à la gravure en taille-douce.

On peut par le même moyen grainer une photocopie positive au charbon ordinaire.

Un procédé plus couramment employé consiste à insoler derrière le phototype une plaque de cuivre planée et grainée recouverte d'une couche uniforme de gélatine bichromatée. Quand la pose est jugée suffisante, on recouvre la plaque d'une solution de perchlorure de fer qui traverse rapidement les régions non impressionnées, moins vite celles qui correspondent aux demi-teintes et seulement au bout d'un temps très long les parties fortement insolées. C'est ce procédé qui est employé dans les ateliers Dujardin.

C'est la photoglyptographie qu'on désigne généralement sous le nom d'héliogravure.

Photoplastographie. — Le quatrième procédé de phototirage mécanique ne correspond à aucun procédé de gravure. Imaginée par Woodbury, la photoplastographie, souvent appelée woodburytypie ou photoglyptie, consiste à produire au moyen de la gélatine bichromatée une image à reliefs très résistants, dont on se sert pour produire un moule métallique en creux qu'on obtient généralement sur plomb, à la presse hydraulique. L'impression se fait sur un papier rendu imperméable à l'eau par un encollage convenable. L'encre, simple solution aqueuse de gélatine, additionnée de matière colorante est versée à l'intérieur du moule sur lequel on pose le papier; une presse spéciale fait sortir l'excès d'encre et quand on enlève le papier quelque temps après, il porte l'image formée par l'encre figée qui s'est fixée sur lui. On obtient ainsi de très belles épreuves; malheureusement le tirage est très long.

CHAPITRE X

EXAMEN DES IMAGES PHOTOGRAPHIQUES

Les images photographiques doivent être regardées avec un seul œil. — Projections. — Agrandissements. — Photographie stéréoscopique.

Nous avons vu (page 44) que l'objectif nous donnait une perspective exacte du point de vue représenté.

Les traités de perspective indiquent que pour avoir l'impression exacte de l'objet représenté, on doit regarder un tableau d'un seul œil, placé exactement au point de vue. Cette règle n'est pas suivie dans la pratique : le déplacement de l'œil du spectateur ne produit en effet que de faibles déformations qui ne détruisent pas l'harmonie du tableau ; en outre, celui-ci n'a pas été fait d'un point de vue absolument fixe : l'œil du peintre est mobile et d'ailleurs, au fur et à mesure qu'il active son œuvre, il juge l'effet produit en le regardant avec les deux yeux.

Il en est tout autrement quand il s'agit de photographie : la fixité de l'appareil pendant la pose entraîne celle du point de vue ; en outre, la distance principale ne dépasse jamais quelques décimètres. Il en résulte que pour en obtenir tout l'effet désirable une épreuve photographique *doit toujours être regar-*

dée avec un seul œil placé exactement au point de vue, c'est-à-dire sur une perpendiculaire élevée au milieu de l'image et à une distance de ce milieu égale au tirage de la chambre lors de la prise du négatif.

S'il n'en est pas ainsi on observe des déformations d'autant plus accentuées que le tirage était plus petit. Si on ignore ce tirage, il est aisé, en rapprochant ou éloignant l'œil de la photographie de trouver, par tâtonnement, le point de vue exact qu'on reconnaîtra à la sensation de relief qu'on éprouve quand on y est.

En opérant ainsi, la sensation du plan sur lequel est peinte l'image, disparaît totalement et on croit voir un objet dans l'espace, analogue à l'objet représenté : c'est l'objet reconstitué.

De ce que les images photographiques sont généralement de petites dimensions et obtenues avec une faible distance principale, il résulte qu'une même épreuve ne peut être regardée à la fois que par une seule personne.

On obvie à cet inconvénient par l'emploi de la lanterne à projections (fig. 58). La photographie *a b* tirée sur verre est fortement éclairée par une source lumineuse L (lampe à pétrole, chalumeau oxhydrique, bec Auer ou lampe électrique)[1] placée dans une lanterne en tôle. Un miroir concave H et un système de lentilles ou une seule lentille *m m*,

(1) Depuis quelque temps, on emploie aussi, avec avantage, la flamme de l'acétylène.

le *condenseur*, concentre la lumière sur la diapositive *ab*. Un objectif *nn*, *oo* en donne sur un écran une image agrandie ; le grossissement augmente ou demeure selon qu'on écarte plus ou moins l'objectif de la vue sur verre.

L'image projetée est identique à celle qu'on aurait obtenue si on avait pris le négatif d'un point

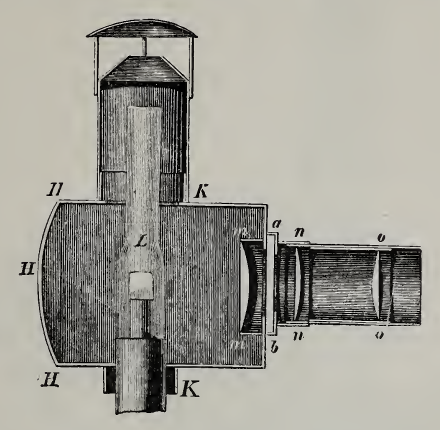


Fig. 58. — Lanterne à projections.

de vue plus éloigné de la plaque sensible qu'on ne l'a fait. En un mot, la distance principale a été agrandie dans le même rapport que les dimensions linéaires de l'objet. Il en résulte que l'image projetée peut être examinée par un grand nombre de spectateurs et que, bien que tous ne puissent être à la fois au point de vue et regardent avec leurs deux yeux, ils ont tous une sensation de perspective plus exacte et plus agréable que s'ils regardaient une épreuve positive directe : cela tient à ce que les

déformations venant de ce que l'on ne regarde pas l'image avec un seul œil placé au point de vue ont une faible influence, vu la grande distance du point de vue véritable à l'image projetée[1].

Si, au lieu de projeter l'image agrandie sur un écran, on la projette sur une surface sensible, on

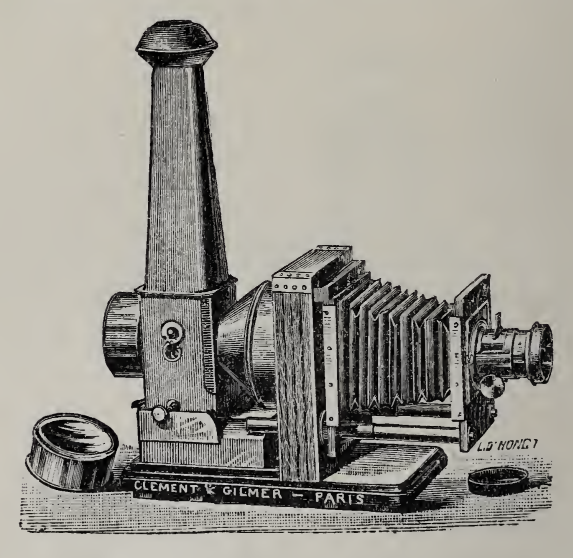


Fig. 59. — Dispositif pour agrandissement.

pourra obtenir une épreuve agrandie de l'original. mais il est nécessaire en ce cas que la lanterne ne laisse pas passer d'autre lumière que celle qui traverse le cliché à agrandir; c'est dans ce but que l'on emploie des dispositifs tels que celui de la figure 59.

(1) Voir à ce sujet G.-H. Niewenglowski. *Principes de l'art photographique*. Paris, H. Desforges éditeur.

Il est encore plus pratique d'utiliser la lumière solaire en se servant d'appareils analogues à la chambre solaire représentée en coupe sur la figure 60 et en perspective sur la figure 61.

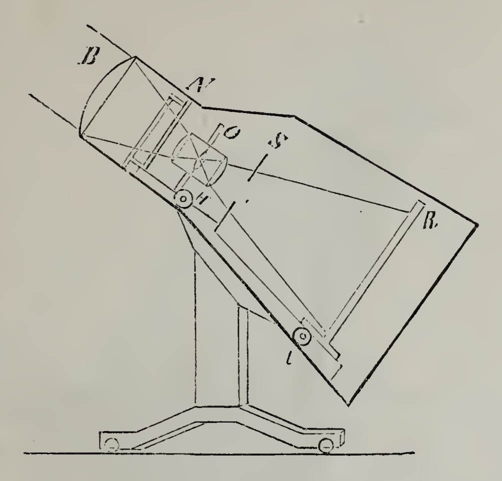


Fig. 60. — Coupe de la chambre solaire.

La lumière du ciel arrive sur une grande lentille B qui la concentre sur le négatif à agrandir N, placé devant un objectif O. Celui-ci en projette une image agrandie sur l'écran R qu'on peut avancer ou reculer à volonté pour la mise au point; quand cette mise au point est faite on tend sur l'écran R une feuille de papier sensible qui, après une pose et un développement convenables, présente une image positive agrandie du négatif N. Une boîte de bois noircie à l'intérieur et entièrement close, qu'on peut diriger à volonté du côté de la lumière ou de l'ombre

à l'aide d'une manivelle et d'une roue dentée, renferme tout le système.

Mais, que l'on regarde l'épreuve positive directe ou agrandie d'un seul négatif obtenu à la chambre

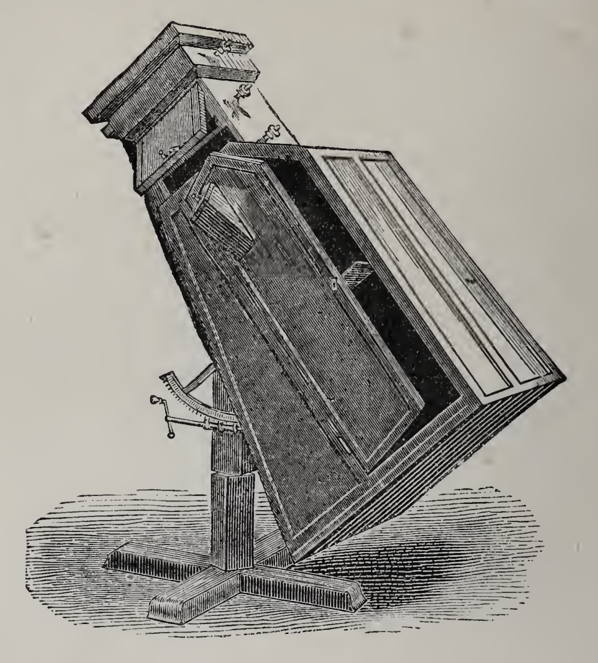


Fig. 61. — Chambre à agrandissement solaire.

noire, la reconstitution de l'objet n'est jamais rigoureuse ; à une même perspective correspondent en effet plusieurs objets reconstitués. Cependant lorsque le négatif a été obtenu dans le plan focal de l'objectif, ce qui est le cas général quand il s'agit d'une vue panoramique ou d'un paysage, il est facile de

faire en sorte que l'objet reconstitué soit identique, quant à la forme et aux dimensions, à l'objet représenté ; il suffit de regarder le positif au moyen de l'objectif même qui a fourni le négatif, employé comme loupe, en plaçant ce positif exactement dans le plan focal.

Quand la mise au point n'a pas été faite à l'infini, c'est-à-dire quand l'image négative n'a pas été formée dans le plan focal, ce qui est le cas habituel des portraits, on obtient une sensation de relief aussi approchée que possible de celle qu'on aurait si on regardait le sujet lui-même, en regardant de même l'image positive avec l'objectif même qui a fourni le cliché, utilisé comme loupe, mais en mettant cette fois l'image positive dans une position symétrique de celle qu'occupait la plaque lors de la pose, par rapport au plan focal.

On obtient une reconstitution plus rigoureuse en se basant sur ce que l'œil droit et l'œil gauche d'un même observateur ne voient pas de la même façon un même objet. A l'aide d'une chambre noire telle que celle représentée sur la figure 62, munie de deux objectifs, on prend deux négatifs de deux points de vue différents dont la distance est l'écart des centres optiques des deux objectifs. On tire du négatif à double image ainsi obtenu une photocopie positive que l'on coupe en deux afin de pouvoir transposer les deux images positives, l'une : correspondant à l'œil droit, ne doit être vue que par l'œil droite, l'autre correspondant à l'œil gauche, ne doit

être regardée que par l'œil gauche ; en outre, les deux impressions rétiniennes doivent être confondues. On

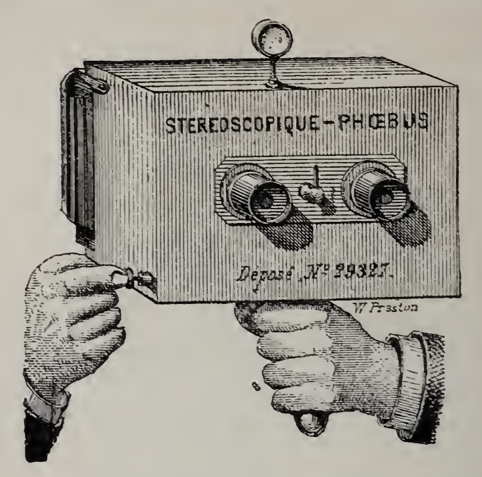


Fig. 62. — Chambre à main stéréoscopique.

obtient ces divers résultats en examinant les épreuves au moyen d'un stéréoscope.

Cet instrument, dont l'invention est due à Wheas-

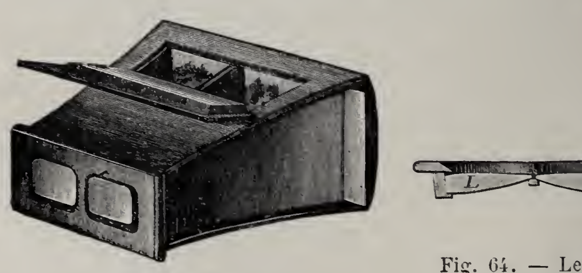


Fig. 63. — Stéréoscope.

Fig. 64. — Lentilles de stéréoscope.

tone, est une boîte (fig. 63) dont la partie antérieure est munie de deux lentilles ou de deux

prismes, formant oculaire (fig. 64) et dont l'écartement est le même que celui des yeux de l'observateur. Le fond porte l'épreuve stéréoscopique que l'on veut examiner. Une cloison sépare en deux l'intérieur de la boîte, afin que chaque œil ne voie que l'image qui lui correspond. Les deux images naturelles vues respectivement par chaque œil se superposent à la distance de la vision distincte, de sorte

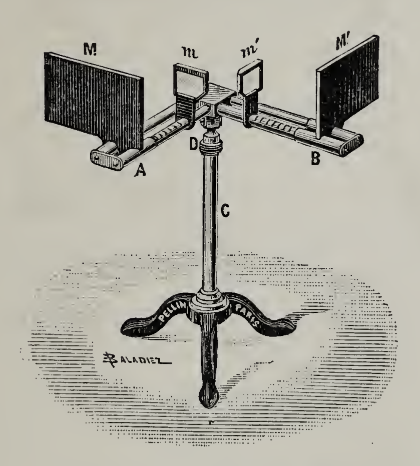


Fig. 65. — Stéréoscope Cazes.

que l'on ne voit qu'une seule image donnant une impression de relief. Mais ce relief est en général, soit accentué, soit diminué par rapport à celui que présente l'objet; c'est ce qui fait que les épreuves vues au stéréoscope ressemblent souvent à des découpages en carton. Ce défaut ne se rencontre pas dans un ingénieux stéréoscope à miroir, dû à M. Cazes, qui permet d'accentuer ou de diminuer à volonté le

relief et, par suite, d'obtenir un relief identique à celui de l'objet (fig. 65).

M. A. Donnadieu[1] qui a approfondi les divers problèmes que présente la photographie stéréoscopique, conclut de ses nombreuses recherches que, selon les conditions dans lesquelles on peut se placer, relativement à l'écartement des deux objectifs qui ont fourni le négatif stéréoscopique, à la distance de la chambre au sujet, etc., on rencontre l'un des quatre cas suivants :

1° Le sujet se présente dans des conditions identiques, pendant la pose, aux deux objectifs qui sont convenablement écartés ; on n'a pas oublié de transposer les deux positifs après leur tirage; on a alors la vision du relief et de la perspective ; c'est le cas de la *stéréoscopie* proprement dite ; le relief obtenu peut être différent de celui du sujet ou lui être identique, comme nous l'avons déjà dit ;

2° Les mêmes conditions sont remplies, mais on n'a pas transposé les images positives ; le relief est vu en creux, le creux est vu en relief. C'est ce qu'on appelle la *Pseudoscopie ;*

3° Il y a une trop grande disproportion entre la distance des objectifs au sujet et leur écartement, qui est trop faible. On n'a plus alors aucune sensation de relief et la superposition des deux images donne une sensation plane, qui correspond à ce que M. Donnadieu appelle la *Planoscopie ;*

(1) A.-L. Donnadieu. *Traité de photographie stéréoscopique.* Paris, Gauthier-Villars.

4° Si, au contraire, l'écartement des objectifs est trop grand par rapport à leur distance au sujet, le relief est très exagéré. On obtient le même résultat si on enregistre, à des moments différents, un objet en mouvement comme cela peut se produire, soit quand on exécute les deux vues l'une après l'autre au moyen d'un seul objectif, soit quand on se sert d'un obturateur double dont les deux éléments, ne fonctionnant pas bien en même temps, par suite d'un déclic mal installé, impriment les deux images

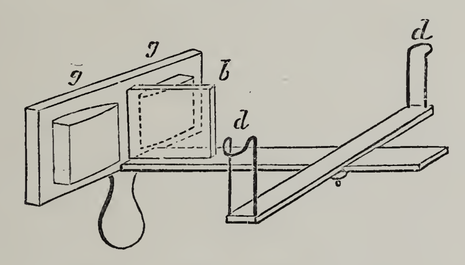


Fig. 66. — Stéréoscope américain.

suivant deux poses successives plus ou moins rapprochées. L'image composée devient alors en quelque sorte indéchiffrable. C'est ce phénomène que M. A.-L. Donnadieu désigne sous le nom d'*Aphanescopie*.

Les stéréoscopes tels que celui de la figure 63 ont l'inconvénient d'être peu lumineux ; il n'en est pas de même des stéréoscopes américains (fig. 66) dans lesquels la boîte est supprimée.

Ducos du Hauron a imaginé un dispositif qui permet de superposer les deux images stéréoscopiques ;

l'une d'elles, celle correspondant à l'œil droit, par exemple, est imprimée en rouge; l'autre, qui correspond à l'œil gauche, est imprimée en bleu. L'image double ainsi obtenue est confuse; si on la regarde avec les deux yeux munis, le droit d'un écran rouge, le gauche d'un écran bleu, chaque œil ne voyant que l'image qui lui correspond, on a la sensation du relief.

Ce n'est là qu'une variante du premier procédé qu'on ait proposé pour obtenir des projections stéréoscopiques, procédé dû à d'Almeida (1858).

On projette les deux images stéréoscopiques avec une lanterne double qui les projette simultanément et superposées. Derrière l'une est un verre rouge, derrière l'autre un verre vert, de sorte que sur l'écran se trouve une image analogue aux anaglyphes; les spectateurs sont munis de lorgnons comprenant chacun un verre vert et un verre rouge, de manière que chaque œil ne peut voir que l'image qui est de même couleur que le verre placé devant lui.

Une solution plus simple et très ingénieuse du problème des projections stéréoscopiques a été donnée par M. Abel Buguet; les deux vues sont projetées côte à côte sur l'écran et on les regarde à travers un binocle stéréoscopique.

De nombreuses solutions, différentes de celles de d'Almeida et de M. Buguet, les plus simples, ont été proposées; c'est ainsi que M. d'Anderson, de Birmingham, place un nichol polariseur devant les vues placées dans les lanternes, et donne à chaque spec-

tateur un binocle formé de nichols analyseurs orientés de manière que chaque œil ne voie que l'image qui lui correspond. Tout récemment, M. Mœssard a inventé un binocle auquel il a donné le nom impropre de stéréojumelle et qui est un dérivé du binocle proposé par M. Buguet.

CHAPITRE XI

LA PHOTOGRAPHIE ORTHOCHROMATIQUE

Inégale sensibilité de la plaque photographique aux couleurs du spectre. — Procédé de la triple pose du professeur G. Lippmann. — Écrans compensateurs. — Sensibilisateurs chimiques et optiques. — Plaques panchromatiques.

La plaque photographique est loin de présenter, vis-à-vis des diverses couleurs du spectre, une sensibilité comparable à celle de la rétine ; il en résulte qu'une photographie ordinaire ne présente pas la gradation de teintes perçue par l'œil, qui est même souvent renversée. Ainsi, le jaune qui est la couleur pour laquelle l'œil présente le maximum de sensibilité et, par suite, nous paraît très clair, n'impressionne que faiblement la plaque photographique; il en résulte que, sur l'épreuve positive, le jaune vient en noir; il en est de même du rouge. Au contraire, des couleurs telles que le bleu qui, pour notre œil sont des couleurs foncées, impressionnent fortement la plaque photographique et viennent sur les photocopies beaucoup plus claires qu'elles ne nous paraissent.

C'est là un phénomène qui a été observé dès les

débuts de la photographie et auquel on a, de tout temps, essayé de remédier. On a cru pendant longtemps que seules les radiations bleues, violettes et ultra-violettes étaient capables de produire des réactions chimiques et on donnait à leur ensemble le nom de spectre chimique.

Nous avons déjà vu que c'était là une erreur et que toute région du spectre était indifféremment capable de provoquer des réactions chimiques, mais que telle ou telle réaction se produisait dans telle région du spectre. En particulier, les sels d'argent sont très sensibles aux radiations bleues, violettes, mais ne le sont pas aux radiations rouges et jaunes. Il suffit, pour s'en convaincre, de projeter dans l'obscurité la plus complète, le spectre solaire sur une feuille de papier sensible au chlorure d'argent, le papier ne noircit qu'à partir du vert jusque dans l'ultra-violet. Il n'en est plus de même si, avant de l'exposer aux diverses couleurs du spectre, on fait agir sur lui, pendant un temps très court, les radiations violettes et ultra-violettes ; si on projette sur lui le spectre solaire, il noircit, cette fois, tout le long du spectre, depuis l'extrême rouge jusque dans l'ultra-violet. Les radiations rouges qui n'avaient pu provoquer directement le noircissement du papier, semblent, dans ces conditions, continuer l'action produite par les radiations violettes; M. Edm. Becquerel qui a étudié ce phénomène, leur a donné le nom de *rayons continuateurs*, et aux radiations bleues et violettes celui de *rayons excitateurs*.

Les considérations précédentes permettent de comprendre que l'on pourra obtenir une gradation de teintes plus naturelle si on fait agir chaque couleur sur la plaque pendant un temps en rapport avec la sensibilité de la plaque pour cette couleur.

Il est nécessaire, pour obtenir ce résultat, de faire agir chaque couleur isolément et, dans ce but, d'absorber par des écrans convenables placés devant l'objectif, les couleurs qui n'agissent pas. Il semblerait que l'on doive ainsi procéder successivement pour chaque couleur du spectre ; en réalité, il suffit de faire agir sur la plaque trois couleurs convenablement choisies, en faisant un usage rationnel de trois écrans. M. G. Lippmann a, le premier, indiqué exactement comment on devait systématiser l'emploi de ces écrans pour obtenir des images à valeurs justes. Nous citons textuellement sa communication à l'Académie des sciences :

« Devant l'objectif, je place une glace bleue et je « fais poser le peu de temps nécessaire pour que « les rayons bleus de l'image impressionnent la « plaque. Ensuite, sans toucher d'ailleurs à l'appa- « reil et en ayant soin de ne pas le déplacer, je « substitue à la glace bleue une glace verte et je « continue la pose pendant un temps suffisant pour « que le vert, à son tour, impressionne la plaque « fortement. La glace verte a été choisie avec le « plus grand soin, *de façon qu'elle ne laisse pas* « *passer la moindre trace de bleu*. Dans ces condi- « tions, on peut donner aux rayons verts le temps

« de pose qui leur est nécessaire, sans avoir à « craindre que le bleu, cette fois totalement éli- « miné, vienne perdre l'épreuve par son action in- « dûment prolongée. Enfin, c'est au tour des rayons « rouges ; on les fait agir en substituant devant « l'objectif une glace rouge à la glace verte. Cette « glace rouge devra être choisie avec soin, *de ma-* « *nière à ne pas laisser passer la moindre trace de* « *rayons verts ou bleus.*

« Le résultat final de cette triple pose est de don- « ner des photographies claires, sans taches brunes « et dans lesquelles les feuillages verts, les drape- « ries jaunes ou rouges, etc., au lieu de donner « des nuances brunes, sont rendues par un dessin « finement modelé comme dans une gravure bien « faite. »

Cette très intéressante communication du savant professeur de la Sorbonne est généralement trop ignorée des photographes.

Son application est cependant des plus simples et les résultats ne sont pas comparables, comme rendu, avec ceux, de beaucoup inférieurs, que donne la simple pose. Malheureusement, la méthode ne peut guère être employée que pour les paysages ou les reproductions de tableaux; le temps de pose est beaucoup trop long pour l'appliquer au portrait.

Les écrans employés peuvent être, soit de petits disques de verres colorés dans la masse, que l'on peut placer derrière l'objectif ou contre le dia- phragme, ou mieux encore devant l'objectif, ce qui

a l'avantage de ne pas modifier ses propriétés optiques. Il est bon de choisir des écrans à faces aussi rigoureusement parallèles que possible.

MM. Duplouich et Henry ont imaginé des dispositifs très pratiques pour l'emploi des écrans compensateurs, dispositifs qui sont la réglette et le disque

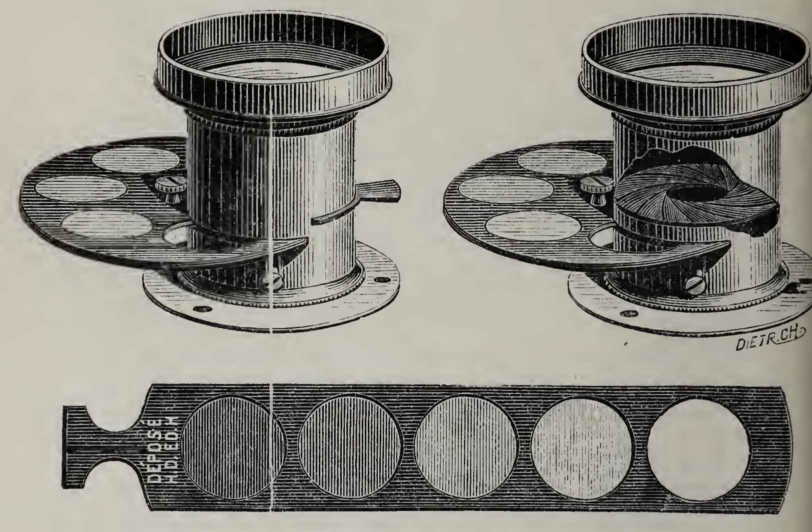


Fig. 67. — Disque et réglette orthochromatiques de MM. H. Duplouich et Ed. Henry.

orthochromatiques. Ce dernier (fig. 67) est un disque percé d'un certain nombre d'ouvertures d'un diamètre égal à l'ouverture du plus grand diaphragme. Ces ouvertures sont garnies de verres colorés à faces planes, rigoureusement parallèles; une seule est laissée libre pour la photographie ordinaire. Le disque, mobile autour d'un axe, se meut entre les

verres de l'objectif, derrière, tout contre le diaphragme et parallèlement à celui-ci, quel que soit le système de diaphragmes employé. L'opérateur n'a qu'à tourner le disque, moleté sur le bord, pour placer dans l'axe de l'objectif l'écran de teinte désirée; un cliquet le tient immobile pendant tout le temps de la pose.

La figure 67 représente, au-dessous du disque, la réglette dont l'emploi est analogue. Comme on le voit, cet appareil peut compter autant d'écrans que l'on veut; on peut d'ailleurs généraliser le procédé de la triple pose et on obtient des résultats plus complets avec plus de trois écrans.

On peut encore prendre de simples lames de verre blanches sur lesquelles on coule du collodion auquel on a donné la teinte voulue en l'additionnant d'une matière colorante convenablement choisie. Les résultats les plus précis sont obtenus au moyen de solutions placées dans des cuves à faces parallèles. En faisant varier la distance des parois antérieure et postérieure de la cuve ou la concentration de la solution, on peut modifier l'étendue de la région spectrale absorbée ; on se sert notamment de solutions d'*hélianthine rouge* qui laisse passer le jaune et le rouge; de *bichromate de potassium* qui est transparente au vert et au rouge; d'*acide picrique* qui n'est traversée que par le jaune et le vert, etc.

Mais ce procédé de la pose multiple présente l'inconvénient d'exiger des temps de pose qui, pour le

rouge, peuvent atteindre plusieurs heures. Aussi de nombreuses recherches ont-elles été faites pour chercher à donner aux plaques photographiques une sensibilité colorée comparable à celle de l'œil. Mais on n'a tout d'abord obtenu que des résultats partiels, basés sur le principe suivant émis par Draper en 1852 : seules les radiations absorbées par un corps peuvent agir chimiquement sur lui. Le Dr H. Vogel, après avoir vérifié ce fait, ne tarda pas à observer que, comme nous l'avons déjà dit[1], en mélangeant au composé sensible une substance capable d'absorber les radiations d'une certaine région du spectre, on déplaçait le lieu du maximum de sensibilité du composé pour l'amener à coïncider avec la région qui joue ainsi le rôle d'un *sensibilisateur optique*. Mais il faut, pour que le résultat soit complet, que cette substance soit aussi sensibilisatrice au point de vue chimique, c'est-à-dire capable d'absorber l'oxygène ou les halogènes provenant de la décomposition du composé sensible.

Les expériences de Vogel l'ont amené à faire en 1873 la déclaration suivante (*Photographische Mittheilungen*, 9e année, p. 236) :

« Grâce à ces expériences, je me crois autorisé à
« dire avec une certaine assurance : nous sommes
« à même de rendre le bromure d'argent sensible
« à l'action de n'importe quelle couleur ou d'aug-
« menter la sensibilité qu'il possède déjà à l'égard

(1) Chapitre II, page 24.

« de certaines couleurs ; il suffit de l'additionner « d'une matière qui favorise la décomposition du « bromure d'argent (*sensibilisation chimique*) et qui « absorbe la couleur en question (*sensibilisation* « *optique*) sans agir sur les autres. »

C'est ainsi que l'on peut rendre les plaques photographiques orthochromatiques pour telle ou telle région du spectre ; les substances qui réussissent le mieux sont les matières colorantes, ce qui ne doit pas nous étonner, puisque leur couleur est due à l'absorption sélective qu'elles font des diverses couleurs.

Le choix de la matière colorante la plus convenable dépend non seulement de la couleur pour laquelle on veut exalter la sensibilité de la plaque mais encore de la nature du sel d'argent (chlorure, bromure ou iodure) qu'elle contient et du substratum (collodion, albumine, gélatine, etc.) qui supporte ce sel d'argent.

C'est ainsi que l'éosine rend le collodion humide huit à dix fois plus sensible au jaune qu'au bleu, le collodio-bromure d'argent également sensible au jaune qu'au bleu, et agit beaucoup moins sur le gélatino-bromure ; que le violet de méthyle donne aux plaques au collodion sec une excellente sensibilité à l'orangé, tandis qu'il n'augmente que faiblement la sensibilité du gélatino-bromure à la même couleur et ne donne que de très mauvais résultats avec le collodion humide.

Le rouge de naphtaline a permis à Vogel d'obte-

nir des pellicules au chlorure d'argent dont la sensibilité colorée s'écarte peu de celle de l'œil.

Le tableau suivant, extrait du *Formulaire aide-mémoire du photographe*[1], indique les principales propriétés des divers sensibilisateurs qui conviennent particulièrement au gélatino-bromure d'argent :

MATIÈRES COLORANTES	RADIATIONS DONT ELLES AUGMENTENT L'ACTION	OBSERVATIONS
Cyanine.	Orangé et rouge. .	Augmente aussi l'action du bleu.
Vert malachite . .	Orangé et rouge. .	Augmente aussi la sensibilité au bleu, au violet et à l'ultra-violet.
Bleu Coupier . . .	Jaune et orangé. .	
osine	Vert et jaune. . .	Diminue l'action du bleu.
Érythrosine. . . .	Vert et jaune. . .	
Rose bengale . . .	Vert et jaune. . .	
Fuchsine	Vert et jaune. . .	
Violet de méthyle.	Jaune et orangé. .	Diminue beaucoup la sensibilité au bleu, au violet et à l'ultra-violet.
Chrysoïdine. . . .	Jaune et orangé. .	

On peut orthochromatiser facilement les plaques, en les plongeant quelque temps d'abord dans l'eau distillée, puis une ou deux minutes dans la solution sensibilisatrice, les laissant égoutter et les séchant dans l'obscurité.

En procédant ainsi, on obtient des plaques orthochromatiques qui présentent l'inconvénient de s'altérer avec le temps ; il n'en est pas de même des

(1) *Formulaire aide-mémoire du photographe* publié sous la direction de M. G.-H. Niewenglowski. Paris, Société d'éditions scientifiques.

plaques orthochromatiques qu'on trouve depuis peu de temps dans le commerce; elles ont été obtenues en ajoutant directement la matière colorante à l'émulsion. En employant un mélange convenable de matières colorantes on peut arriver à rendre les plaques à peu près également sensibles à toutes les couleurs du spectre.

MM. A. et L. Lumière ont fait à ce sujet une étude très complète d'où il ressort que l'on doit employer de préférence les sensibilisateurs qui agissent à très faible dose; ceux qu'il est nécessaire d'employer en solution concentrée diminuent beaucoup la sensibilité générale. Ils ont trouvé en outre que nombre des matières colorantes, non encore essayées, peuvent être employées avec profit. Nous citerons notamment les sels des succinéines, benzonéines, citréines, oxaléines... chlorées, bromées ou iodées, provenant de la condensation des acides ou anhydrides organiques correspondants avec la résorcine; la condensation des mêmes corps avec le métadiphénol et les homologues des substances dihydroxylées et amidohydroxylées, dans lesquelles les deux oxhydryles ou l'amidogène et l'oxhydryle sont en position *para*, leur ont aussi donné d'excellents résultats. Néanmoins, d'après MM. A. et L. Lumière, les meilleurs sensibilisateurs paraissent appartenir surtout à la série du triphénylméthane.

Ces remarques leur ont permis d'obtenir aisément des plaques de sensibilité pour les diverses régions du spectre comparable à celle de notre œil : ils pho-

tographient d'abord un spectre afin de déterminer les couleurs pour lesquelles il y a lieu d'accroître la sensibilité; puis ils cherchent, parmi les sensibilisateurs agissant à dose très minime ceux dont les sels d'argent absorbent ces couleurs. Ils sont arrivés ainsi, par un mélange en proportions convenables de certaines matières colorantes à obtenir des plaques de sensibilité colorée très comparable à celle de l'œil; cependant elles manquent un peu de sensibilité pour le vert-bleu du spectre; mais malgré de nombreux essais on n'a pu trouver aucune substance orthochromatisant pour cette région.

MM. A. et L. Lumière ont tout récemment mis dans le commerce de telles plaques sous le nom de plaques panchromatiques. Il serait heureux que leur usage se substituât de plus en plus à celui des plaques ordinaires dont les résultats sont bien inférieurs, au point de vue du rendu des couleurs.

Il est nécessaire d'employer avec les plaques orthochromatiques des écrans colorés; leur couleur ainsi que la substance sensibilisatrice doivent être choisies d'après les couleurs que présente l'objet à reproduire. Le plus généralement, notamment avec les plaques panchromatiques un écran jaune orangé suffit; il permet une surexposition des radiations vert-bleu.

Le traitement des plaques orthochromatiques ne diffère pas notablement de celui des plaques ordinaires. Cependant il est bon de remarquer que le laboratoire doit être éclairé avec une lumière dont

la couleur corresponde au minimum de sensibilité de la plaque employée ; il est prudent de se contenter d'un éclairage faible et même de commencer le développement en pleine obscurité.

Tous les révélateurs conviennent également ; néanmoins le pyrogallol paraît donner les meilleurs résultats ; le cliché révélé et fixé, il est bon de le débarrasser des traces de matières colorantes qu'il peut renfermer en le passant à l'alcool.

CHAPITRE XII

LA PHOTOGRAPHIE DIRECTE DES COULEURS

(CHROMOPHOTOGRAPHIE)

Observations de Seebeck. — Procédé de photographie des couleurs de Daguerre. — Expériences de Poitevin. — Idées de Wiener sur la méthode par adaptation, réalisée par M. E. Vallot. — Expériences d'E. Becquerel. — Méthode interférentielle de M. G. Lippmann.

Les recherches relatives à la reproduction photographique des couleurs sont très anciennes. On les fait même remonter à l'époque (1810) où Seebeck observa que si on projetait un spectre sur un papier enduit de chlorure d'argent, celui-ci prenait une coloration différente dans les diverses régions du spectre : brun rougeâtre dans le violet, blanc dans le bleu, bleuâtre dans le vert, rose et lilas dans le rouge et l'infra-rouge ; seules les radiations jaunes n'agissent pas.

L'expérience a été depuis répétée bien des fois, mais les colorations obtenues ne furent jamais identiques : c'est qu'elles dépendent de la manière dont a été obtenu le chlorure d'argent.

Malgré la diversité des résultats obtenus, l'obser-

vation de Seebeck avait conduit à penser qu'il serait possible de trouver un composé qui, insolé derrière une série de verres colorés prendrait respectivement la couleur de chacun d'eux. Daguerre lui-même fit des recherches dans cette voie, comme on peut s'en convaincre par le passage suivant extrait de la notice lue par François Arago sur la Daguerréotypie à la séance du 7 janvier 1839 de l'Académie des sciences :

« M. Daguerre, pendant ses premières expériences « de phosphorescence, avait découvert une poudre « qui émettait une lueur rouge après que la lumière « rouge l'avait frappée, une autre poudre à laquelle « le bleu communiquait une phosphorescence « bleue, une troisième poudre qui, dans les mêmes « circonstances, devenait lumineuse en vert par « l'action de la lumière verte, mêla ces poudres « mécaniquement et obtint ainsi un composé uni- « que qui devenait rouge dans le rouge, vert dans « le vert et bleu dans le bleu. Peut-être, en opérant « de même, en mêlant diverses résines arrivera-t-on « à engendrer un vernis où chaque lumière impri- « mera non plus phosphoriquement, mais phospho- « géniquement des couleurs. »

Six ans après, Hunt parvint, en 1845, à reproduire le spectre solaire avec ses couleurs ; malheureusement, elles ne tardaient pas à disparaître.

C'est en 1848 que les premières photographies en couleur furent obtenues par Edmond Becquerel, au moyen d'un procédé totalement différent de

ceux qui le précédèrent et que nous décrirons un peu plus loin. Tandis que Niepce de Saint-Victor recommençait les expériences de Becquerel et les variait, un grand nombre de chercheurs s'ingéniaient à trouver une couche sensible susceptible de prendre telle ou telle couleur qu'on faisait agir sur elle. Poitevin, dont le nombre des travaux photographiques est considérable, trouva le premier que le sous-chlorure d'argent violet avait cette propriété et put avec lui obtenir d'intéressantes photographies en couleur en recouvrant une feuille de papier d'une couche de ce sel, d'après la technique suivante, que nous reproduisons telle qu'il l'a présentée à la Société française de photographie, le 7 décembre 1865.

« Je forme à la surface du papier photographi-
« que, non albuminé, une couche de chlorure d'ar-
« gent ordinaire, en appliquant chaque feuille, et
« d'un seul côté, sur un bain de chlorure de sodium
« à 10 de sel pour 100 d'eau ; après dessiccation,
« je l'applique sur du nitrate d'argent à 8 pour 100;
« j'arrive au même but, en recouvrant au moyen
« d'un large pinceau, l'un des côtés du papier d'une
« couche d'un mélange de dissolution de bichro-
« mate de potasse à saturation et de sulfate de
« cuivre à 10 pour 100 fait à volumes égaux; je
« laisse sécher la feuille dans l'obscurité, puis j'ap-
« plique la surface préparée sur le bain de nitrate
« d'argent; il se forme du chromate d'argent; je
« lave à grande eau pour enlever l'excès de nitrate,

« et j'ajoute à la dernière eau de lavage, et goutte « à goutte, de l'acide chlorhydrique ordinaire, jus- « qu'à ce que le chromate rouge soit transformé en « chlorure blanc d'argent. Ces deux moyens de « préparer la couche de chlorure d'argent sont « également bons. Pour obtenir le sous-chlorure « violet, je verse dans la cuvette contenant la feuille « de papier immergée dans l'eau, une petite quan- « tité de dissolution de protochlorure d'étain à « 5 pour 100 d'eau ordinaire ; il en faut environ « 20 centimètres cubes par feuille entière ; j'expose « alors, et sans la retirer du bain, la feuille à la « lumière, à l'ombre plutôt qu'au soleil ; sa surface « se teinte promptement, et après cinq à six minutes « elle a acquis la teinte violet foncé voulue.

« Il ne faudrait pas laisser davantage agir la « lumière, car on obtiendrait un ton noir grisâtre, « impropre à l'héliochromie. Après l'action de la « lumière, je lave la feuille à plusieurs eaux, et je « la laisse sécher dans l'obscurité. Dans cet état « elle est très peu sensible à l'action de la lumière, « et elle peut être conservée pendant très long- « temps, ce qui permet d'en préparer un certain « nombre à l'avance, pourvu qu'on les conserve « dans l'obscurité. »

Il suffisait de badigeonner la feuille de papier ainsi préparée avec une solution renfermant un mélange de bichromate de potassium, de sulfate de cuivre et de chlorure de potassium et de l'insoler cinq à dix minutes derrière un vitrail pour obtenir

de celui-ci une image en couleur. Malheureusement la conservation d'une telle image est de courte durée.

Poitevin est arrivé à lui donner plus de stabilité grâce à un fixateur convenable.

« J'ai reconnu aussi, écrit-il dans la communica-
« tion déjà citée, que le meilleur fixateur est de
« l'eau légèrement acidulée par de l'acide sulfu-
« rique ou bien une dissolution très diluée de
« bichlorure de mercure également acidulée par de
« l'acide sulfurique. L'eau acidulée dissout certains
« composés d'argent qui se sont formés sur les
« endroits insolés, et, après lavage et dessiccation
« dans l'obscurité, l'image en couleur n'est presque
« plus sensible à la lumière ; on peut la conserver
« sans altération dans un carton ou un album, et
« même la regarder à la lumière diffuse et surtout
« à la lumière artificielle, sans aucun inconvénient. »

Un grand nombre de savants ont répété les expériences de Poitevin et ont pu obtenir d'assez belles images en couleur en variant le mode d'obtention de la couche sensible. C'est ainsi que M. de Saint-Florent a indiqué un certain nombre de procédés qui permettent d'obtenir de belles images. Parmi eux, l'un des plus pratiques consiste à se servir d'émulsions au collodio-chlorure ou au gélatino-bromure d'argent :

« Le collodio-chlorure, dit-il, est préparé en
« versant lentement dans du collodion un peu épais,
« contenant du chlorure de cobalt ou du chlorure

« de magnésium, du nitrate d'argent dissous dans « son poids d'eau et additionné d'alcool. Le collodio- « chlorure est versé en pleine lumière sur des car- « tons assez épais et exposé à la lumière jusqu'à « ce qu'il ait pris une couleur violacée assez foncée. « Ainsi préparés, les cartons se conservent indéfini- « ment, à l'obscurité, dans un endroit sec.

« Pour copier une estampe colorée ou une image « sur verre, il n'y a aucune nouvelle préparation à « lui faire subir, on opère comme pour obtenir un « positif.

« L'épreuve vient beaucoup plus rapidement en « concentrant les rayons solaires sur les châssis au « moyen d'une forte lentille. Il vaut encore mieux « employer un appareil d'agrandissement ordinaire.

« Ces couleurs sont généralement assez faibles ; « on augmente leur vivacité par le procédé suivant :

« Le carton préparé, insolé jusqu'à la teinte viola- « cée, est recouvert d'une couche de gélatino-chlo- « rure d'argent émulsionné dans l'acide acétique « additionné d'alcool. On expose quelques minutes « à la lumière et on tire les épreuves héliochromi- « ques quand le carton est sec.

« On peut aussi appliquer les deux couches suc- « cessivement, sans exposer préalablement la pre- « mière à la lumière. Les deux couches noircissent « simultanément. »

L'emploi du sous-oxyde d'argent comme substance sensible lui a également donné de bons résultats :

« On plonge, expose-t-il, le papier dans une so-
« lution de nitrate d'argent à 10 pour 100; on
« sèche dans un buvard, et on immerge dans un
« bain de potasse caustique pure à 20 pour 100.

« La feuille, retirée sans être lavée, est exposée
« à la lumière jusqu'à ce que sa couleur brun clair
« soit passée au brun foncé. La feuille sèche est
« placée derrière une image colorée *sur papier* et
« exposée plusieurs heures en plein soleil.

« L'image se reproduit alors avec ses couleurs;
« mais le bleu, le rouge et l'orangé dominent, le
« vert est gris et le violet presque bleu. Chose
« remarquable, l'orangé et le bleu sont souvent
« remplacés par leurs complémentaires[1]. »

M. R. Colson a récemment repris les expériences précédentes et il s'est surtout attaché au fixage des couleurs. Il emploie comme surface sensible les papiers du commerce au gélatino et au collodio-chlorure d'argent; le papier Gelhaye au collodion, lui a donné les meilleurs résultats. Il commence par le brunir jusqu'à la teinte chocolat, par insolation, puis l'expose au soleil sous l'objet coloré (image peinte sur gélatine); les couleurs se reproduisent alors, et un phénomène assez curieux, déjà signalé par M. de Saint-Florent, se produit : quand les parties les plus claires commencent à s'argenter par suite de la réduction de l'azotate d'argent en excès dans la couche, d'autres régions n'ont pas

(1) *Bulletin de la Société française de photographie*, janvier 1882.

encore pris la coloration du modèle ; mais il suffit, pour voir apparaître les couleurs en retard, d'enlever l'épreuve du châssis-presse et de l'exposer directement à la lumière.

Les couleurs ainsi obtenues sont les mêmes, qu'on les regarde par réflexion ou par transparence; elles sont malheureusement noyées dans une teinte commune jaune brun. M. Colson les fixe en appliquant sur l'épreuve terminée un papier imprégné d'encre et sec, sous une faible pression, durant deux jours. Au bout de ce temps, on peut regarder les épreuves au jour sans crainte de les voir s'altérer ; l'insensibilisation produite par l'encre serait due, d'après M. Colson, à une oxydation de l'hydrogène de la matière organique.

Le mécanisme de la formation des couleurs dans les divers procédés que nous venons de passer en revue resta longtemps inconnu. C'est en 1895 que M. Otto Wiener[1] expliqua comment agissait la lumière sur ces couches sensibles susceptibles de se peindre en prenant la couleur qui les impressionne.

Dans le procédé de Poitevin notamment, les colorations sont dues à la formation de ces sortes de laques auxquelles Carey-Lea, comme nous l'avons déjà dit, a donné le nom de photo-sels, combinaisons de sous-chlorure d'argent et de chlorure dont les diverses variétés présentent toutes les couleurs spectrales.

(1) *La Photographie*, 30 août 1895.

M. Otto Wiener explique très simplement pourquoi ces couches sensibles prennent précisément la couleur qui les a frappées ; c'est qu'elles absorbent toutes les couleurs du spectre, excepté celles dont elles prennent la coloration et que les couleurs absorbées les détruisent ; si, par exemple, sur une plaque colorée en bleu nous faisons tomber de la lumière rouge, celle-ci est absorbée et modifie la couleur de la couche sensible ; si, au contraire, on fait tomber de la lumière bleue, elle est renvoyée sans être absorbée ; il en résulte que la seule couleur qui puisse exister sur cette couche éclairée par de la lumière bleue est le bleu.

Des recherches qu'il fit à ce sujet, M. Otto Wiener conclut que la couche chromosensible idéale serait une substance noire absorbante, composée de diverses substances absorbantes au nombre minimum de trois, chacune d'elles absorbant toutes les couleurs, sauf une, et étant modifiée par les couleurs absorbées ; une couleur simple tombant sur une telle couche, seule la substance colorante lui correspondant, resterait inaltérée. Si on fait agir une couleur complexe, telle que le vert, formé de bleu et de jaune, deux des couleurs fondamentales de la couche, seules les substances bleues et jaunes restant inaltérées, réfléchissent des radiations bleues et jaunes dont le mélange nous donne l'impression du vert.

Cette sorte d'adaptation de la couche chromosensible qui prend la couleur qui la détruit le moins,

rappelle des phénomènes analogues présentés par certains animaux ; notamment les chrysalides du Lanais chrysippus, vertes dans la nature, deviennent blanches, rouges, orangées, noires, quand on les cultive dans une enceinte tendue de papier blanc, rouge, orangé, noir.

Dès la publication du travail de M. Wiener, un habile photographe, M. Émile Vallot qui avait souvent répété les expériences de Poitevin, a été assez heureux pour trouver une couche chromosensible qui lui a donné des résultats très encourageants.

Il fait flotter une feuille de papier sur le mélange des trois solutions :

1.	Pourpre d'aniline	50 c.c.
	Alcool	0,20
2.	Alcool	50 c.c.
	Bleu Victoria	0,20
3.	Alcool	50 c.c.
	Curcuma	0,20

qui colore en noir le papier. Celui-ci une fois sec et insolé derrière un vitrail en reproduit toutes les couleurs. Malheureusement, deux à trois jours de pose sont nécessaires ; en outre le jaune laisse encore à désirer ; pour le rouge, le pourpre d'aniline peut être avantageusement remplacé par la safranine.

Ces images n'ont pas encore pu être fixées. Les procédés précédents que l'on peut très justement appeler procédés par adaptation, n'ont aucun rapport avec la méthode qu'Edmond Becquerel a em-

ployée pour obtenir directement les premières photographies en couleurs. Il produisait à la surface d'une plaque d'argent préalablement bien décapée et bien polie (les anciennes plaques de daguerréotypes conviennent très bien), une couche de chlorure d'argent ; dans ce but, la plaque était plongée dans une cuve remplie d'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique et communiquait avec le pôle positif d'une pile dont le pôle négatif communiquait avec une électrode en cuivre plongée dans la cuve. Le chlorure d'argent est ainsi formé électrolytiquement ; comme il se dépose très lentement, il présente les colorations des lames minces et sa couleur varie au fur et à mesure que l'épaisseur du dépôt augmente ; la surface de la lame se colore d'abord en gris, puis devient successivement jaunâtre, violette, verte. La teinte permet de se rendre compte de l'épaisseur du dépôt et d'arrêter l'opération au moment convenable. On lave alors la plaque à l'eau distillée et on la sèche au-dessus d'une lampe à alcool. Elle est alors susceptible de reproduire les couleurs.

Ces expériences furent reprises en 1851 par Niepce de Saint-Victor, qui varia beaucoup le mode d'opérer; il remplaça la solution chlorhydrique par un mélange de sulfate de cuivre et de chlorure de sodium, puis il se passa de la pile et détermina la chloruration de la plaque en la plongeant dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre, additionnée de tel ou tel chlorure. La plaque sortie d'un tel

bain présente une teinte noire ; on la chauffe à la lampe à alcool, ce qui la fait successivement devenir rouge brun, rouge cerise, rouge vif, rouge blanc et blanc. Il faut arrêter l'opération à la couleur rouge cerise ; la plaque peut alors être exposée à la chambre noire, ou impressionnée par contact.

Le choix du chlorure qui doit figurer dans le bain n'est pas indifférent. Après un grand nombre de recherches, Niepce de Saint-Victor a classé les chlorures selon leur aptitude à donner des couches convenables pour la reproduction des couleurs :

Première catégorie. — Donnent toutes ou plusieurs couleurs du modèle : chlorure de cuivre, fer; nickel, potassium ; hypochlorite de soude et de chaux ; eau de chlore.

Deuxième catégorie. — Ne donnent pas d'images colorées : chlorures d'arsenic, antimoine, brome, bismuth, iode, or, platine, soufre.

Troisième catégorie. — Reproduisent les couleurs si on les mélange à un sel de cuivre : chlorure d'aluminium, de baryum, de cadmium, de calcium, de cobalt, d'étain, manganèse, magnésium, phosphore, sodium, strontium, zinc et acide chlorhydrique.

Quatrième catégorie. — Chlorures qui, mélangés à un sel de cuivre, s'impressionnent sans donner les couleurs : chlorure de mercure et chlorate de plomb [1].

(1) On trouvera le détail des recherches de Becquerel et de Niepce de Saint-Victor dans *Les Couleurs et la photographie*, par MM. G.-H. Niewenglowski et A. Ernault. — Paris, Société d'éditions scientifiques.

En 1862, Niepce de Saint-Victor put obtenir, avec ce procédé, légèrement perfectionné, de magnifiques images en couleur; il observa que les couleurs se voient mieux lorsqu'on regarde les couleurs sous une incidence convenable et que si on fait varier l'incidence, la couleur change; un vert de plume de paon ainsi reproduit paraissait tantôt bleu, tantôt vert selon l'angle sous lequel on l'examinait. Cette simple remarque eût pu suffire, comme nous le verrons, à expliquer le mécanisme de la formation des couleurs, dans ces circonstances, mais on n'y attacha pas assez d'importance. Cependant, en 1863, un savant peu connu, Tillemann, publia sur les difficultés de l'héliochromie quelques lignes que l'on pourrait actuellement appliquer au célèbre procédé de M. Lippmann :

« Il n'est pas sans intérêt pour les photographes « praticiens d'avoir quelques explications claires et « succinctes, et sur les causes des phénomènes lu- « mineux, et sur les perfectionnements et les diffi- « cultés que comporte l'obtention des couleurs na- « turelles sur les couches sensibles. On peut réduire « succinctement toutes les réflexions aux remarques « suivantes :

« 1° L'action de la lumière a lieu à travers un « milieu éthéré ondulant et produit trois genres « d'effets distincts, savoir : effets coloriques, calo- « rifiques et actiniques ;

« 2° L'effet colorant résultant de l'action d'une « seule nature d'onde, dépend probablement des

« variations harmoniques qui se développent en pro-
« portion de la vélocité des ondes. Ces ondes pro-
« duisent l'image visible à l'œil dans la chambre
« noire, mais ont peu ou point d'influence pour pro-
« duire les effets invisibles sur les plaques prépa-
« rées;

« 3° Les ondes de plus haute vélocité possèdent
« le pouvoir actinique qui est gradué par la somme
« de lumière envoyée par chaque point de l'objet à
« copier;

« 4° Il est évident que les rayons actiniques, étant
« la principale, sinon la seule cause des change-
« ments chimiques, doivent imprimer leur carac-
« tère propre à la préparation chimique, à l'exclu-
« sion de ceux qui appartiennent à l'action calori-
« fique;

« 5° Les rapports de vélocité des ondes développant
« l'impression de la couleur sont généralement dé-
« truits au moment où ces ondes agissent sur la
« plaque, comme le rapport de gouttes d'eau tom-
« bantes disparaît quand ces gouttes sont mêlées
« ensemble. De plus, les atomes de la couche sen-
« sible doivent revêtir le mouvement vibratoire des
« ondes frappantes, l'action n'ayant plus besoin
« d'être de longue durée, parce que la même es-
« pèce de matière ne peut avoir différentes valeurs
« de vibrations chacune normales et permanentes.

« 6° Outre un changement dans le mouvement
« moléculaire, nous pouvons concevoir un change-
« ment dans la position et l'arrangement des molé-

« cules, comme quand on présente une lame mince « qui peut avoir pour effet de décomposer la lumière « et de réfléchir un grand nombre de teintes déli- « cates, comme il arrive pour l'écaille de l'huître « perlière. Il est possible que ce changement méca- « nique soit aussi permanent que le changement « chimique produit par les rayons actiniques. Déjà, « il a été produit par l'expérience que les ondes « éthérées ont le pouvoir d'agréger et de disposer « les molécules ou les atomes.

« 7° Les changements chimiques produits par la « lumière peuvent différer absolument en degrés à « cause de l'homogénéité de la substance qui couvre « la plaque sensible, et en vue de ce cas, le savant « est à l'abri, en s'assurant que les couleurs de la « nature ne peuvent être imitées jusqu'à ce que « nous ayons parfaitement sous notre contrôle les « matières avec lesquelles elle travaille. Ainsi, les « quelques éléments dont elle se sert pour produire « les couleurs magnifiques du royaume végétal, « sont bien loin d'être reproduites par aucun maître. « Ces couleurs ne sont point superficielles, elles « sont le résultat d'une structure intérieure. L'ar- « rangement graduel et systématique de chaque cel- « lule s'accorde avec le pouvoir de la croissance : « quand chacun pourra tisser des atomes à son gré « et combiner les substances élémentaires avec les « moyens que la chimie met en notre pouvoir, et « qui sont si loin de ce qu'il faudrait, il pourra « construire alors le fondement d'une représenta-

« tion chromatique. Mais quant à préparer une sur-
« face avec quelques-uns des composés actuelle-
« ment connus en chimie, qui puisse donner la
« totalité de la gamme des couleurs permanentes,
« c'est une proposition qui ne peut être soutenue. »

Arago avait déjà, mais sans y attribuer une grande importance, observé des analogies entre les couleurs des anneaux colorés et celles que représentaient les photographies de Niepce de Saint-Victor.

Becquerel lui-même avait cherché dans la théorie des ondulations l'explication de l'obtention des couleurs par le procédé qu'il a inventé :

« La lumière, dit-il, étant le résultat de vibrations
« transversales des corps lumineux jusqu'à la rétine
« et chaque rayon du spectre correspondant à une
« vitesse de vibration différente, il peut se faire
« que la substance sensible qui a été impressionnée
« par un rayon, c'est-à-dire par des vibrations d'une
« certaine vitesse, ait acquis la faculté de vibrer
« plus facilement ensuite sous l'action des vibra-
« tions de même vitesse que celles de ce rayon.
« Ainsi il se produirait dans cette circonstance le
« même phénomène que celui qui se passe quand
« une réunion de sons vient frapper une corde ten-
« due ; il n'y a que les sons de même hauteur que
« celui rendu par la corde qui mettent celle-ci en
« vibration. De même dans ces phénomènes, un
« faisceau de lumière diffuse qui vient frapper une
« image colorée produite par la lumière, renfermant

« une masse de vibrations différentes, chaque par-
« tie de l'image vibrerait de préférence sous l'in-
« fluence des rayons de même longueur d'onde que
« ceux qui ont agi pour la produire et alors les
« rayons réfléchis par les divers points de cette
« image se trouveraient identiques à ceux qui lui
« ont donné naissance. »

Mais ce n'est que plus tard que la théorie vibratoire de la lumière conduisit à la solution définitive du problème de la photographie directe des couleurs. C'est le 2 février 1891 que M. Gabriel Lippmann présenta à l'Académie des sciences les premières épreuves en couleurs obtenues par l'élégante méthode qu'il trouva après plusieurs années de travaux uniquement guidés par la théorie.

Le principe de l'expérience de M. Lippmann consiste à produire à l'intérieur de la couche sensible un dépôt d'argent ayant une structure analogue à celle de ces nacres aux vives couleurs que les Orientaux enlèvent aux coquilles d'huîtres pour les incruster dans leurs laques si renommées. Ces nacres sont formées d'une série de lamelles parallèles séparées par des intervalles remplis d'eau ou d'air ; ces intervalles ainsi que l'épaisseur de chaque lamelle ont des dimensions si petites qu'un millimètre renferme plusieurs milliers de ces lamelles. C'est après avoir traversé de tels feuillets et s'être réfléchie sous la couche sous-jacente que la lumière parvient à l'œil de l'observateur avec ses magnifiques irisations. La couleur dépend de la grandeur

de l'intervalle qui sépare deux lamelles consécutives. Le même phénomène se présente avec les bulles de savon dont la coloration change au fur et à mesure qu'on les gonfle, c'est-à-dire que leurs parois deviennent plus minces.

Pour obtenir une telle structure à l'intérieur de cette couche sensible, M. Lippmann l'applique contre un miroir plan formé de mercure.

Au début des recherches, celui-ci était contenu dans une petite cuvette formée de la plaque et d'une

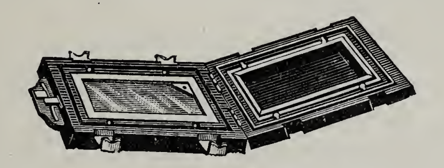


Fig. 68. — Châssis à mercure (modèle Mackenstein).

lame de verre de même grandeur séparées par un cadre en ébonite et maintenues au moyen de pinces à blanchisseuses. Depuis, de nombreux modèles de châssis à mercure ont été inventés; la figure 68 représente l'un des moins volumineux et des plus commodes, dû à M. Mackenstein.

La lumière qui arrive sur la plaque sensible la traverse, se réfléchit contre le miroir de mercure et traversant à nouveau la couche sensible y rencontre la lumière incidente. C'est à cette rencontre, à cette interférence de la lumière incidente et de la lumière réfléchie qu'est due la structure de l'image; en certains points la lumière incidente et la lumière réflé-

chie ajoutant leurs effets, l'action est maxima[1]; ces points sont situés sur des plans parallèles à la surface du mercure : les plans ventraux; l'action photographique a lieu en ces plans ventraux qui sont en quelque sorte matérialisés, après le développement de la plaque. Au contraire, en d'autres points les actions de la lumière incidente et réfléchie s'annulent, ces points sont situés sur des plans, les plans nodaux qui séparent les plans ventraux les uns des autres et auxquels ne correspond aucune action photographique.

Mais, pour qu'il y ait ainsi production de plans ventraux et nodaux, il faut que la couche sensible soit transparente ; elle doit en outre être continue, c'est-à-dire ne présenter aucun grain. C'est là une des plus grandes difficultés que l'on rencontre dans la pratique.

Les résultats les meilleurs sont obtenus avec le collodion humide, l'albumine ou le procédé de Taupenot, couches sensibles qui ne présentent pas de grain, parce qu'on les sensibilise au bain. Mais elles ont l'inconvénient d'être très lentes. Aussi a-t-on cherché à les remplacer par des couches au gélatino-bromure; les émulsions habituelles présentent un grain ; aussi M. A. et L. Lumière en France, M. Valenta, de Vienne ont-ils proposé, pour obtenir une émulsion sans grain, si tant est que l'on puisse

(1) Voir G.-H. Niewenglowski et A. Ernault. *La photographie directe des couleurs par le procédé de* M. Gabriel Lippmann. Paris, Société d'éditions scientifiques.

appeler ainsi la préparation obtenue, de mélanger deux solutions gélatineuses, renfermant l'une un bromure soluble, l'autre de l'azotate d'argent.

Ce n'est pas tout, il faut aussi tenir compte de l'inégale sensibilité des plaques aux diverses couleurs du spectre. M. G. Lippmann y remédiait au début par le procédé de la triple pose, qui exigeait jusqu'à trois heures de pose.

Depuis on s'est adressé surtout à l'orthochromatisme ; les frères Lumière notamment en incorporant un mélange de matières colorantes convenablement choisies à la couche sensible et en plaçant devant l'objectif une petite cuve remplie d'acide picrique formant écran coloré, ont pu obtenir par une seule pose de quelques minutes, de magnifiques chromophotographies.

Les plaques se développent comme d'habitude, de préférence au pyrogallol et les couleurs n'apparaissent qu'au séchage.

M. G. Lippmann a pu obtenir des couleurs sur une couche sensible plus simple et exempte de tout grain; il présenta à ce sujet la note suivante à l'Académie (octobre 1892) :

« La plupart des procédés d'impression photo-
« mécanique employés dans l'industrie sont fondés
« sur cette action de la lumière.

« Une couche d'albumine (ou de gélatine) bichro-
« matée, coulée et séchée sur verre, est exposée à
« la chambre noire, adossée à un miroir de mer-
« cure. Il suffit ensuite de la mettre dans l'eau pure,

« pour voir apparaître les couleurs; ce lavage à « l'eau pure, en enlevant le bichromate, fixe l'é- « preuve en même temps qu'il la développe. L'image « disparaît quand on sèche la plaque, pour repa- « raître chaque fois qu'on la mouille de nouveau.

« Les couleurs sont très brillantes ; on les voit « sous toutes les incidences, c'est-à-dire en dehors « de l'incidence de la réflexion régulière.

« En regardant la plaque par transparence, on « voit nettement les complémentaires des couleurs « vues par réflexion.

« La gélatine bichromatée se comporte de même, « sauf que les couleurs apparaissent à leur place, « non quand la plaque est mouillée en plein, mais « quand on la rend légèrement humide en soufflant « à sa surface.

« La théorie de l'expérience est facile à faire. « Comme dans le cas des couches sensibles conte- « nant un sel d'argent, le miroir de mercure donne « lieu, pendant la pose, à une série de maxima et « de minima d'interférences. Les maxima seuls « impressionnent la couche, qui prend, par suite, « une structure lamellaire et se divise en couches « alternativement gonflables et non gonflables par « l'eau.

« Tant que la plaque est sèche, on n'aperçoit pas « d'images; mais dès que l'eau intervient, les par- « ties de la couche non impressionnées s'en im- « bibent. L'indice de réfraction varie dès lors « périodiquement, dans l'épaisseur de la couche,

« de même que le pouvoir réflecteur, et l'image « colorée devient visible.

Afin de mieux faire comprendre la théorie du procédé de M. G. Lippmann, nous ne pouvons mieux faire que de lui laisser la parole.

« Le dépôt d'argent « réduit est stratifié[1]; « il se compose d'une « série de lames minces « d'argent équidistan- « tes partageant la gé- « latine ou l'albumine « qui leur sert de sup- « port en lames minces « superposées. Là où « on voit par exemple « du rouge, la distance « entre deux dépôts « d'argent, ou, en d'autres termes, l'épaisseur de « la couche de gélatine qui les sépare, est égale à « la demi-longueur d'onde du rouge. Chacune de « ces lames minces agit donc comme une bulle de « savon capable de réfléchir du rouge... De même, « si plus loin on aperçoit du vert, c'est qu'en cet

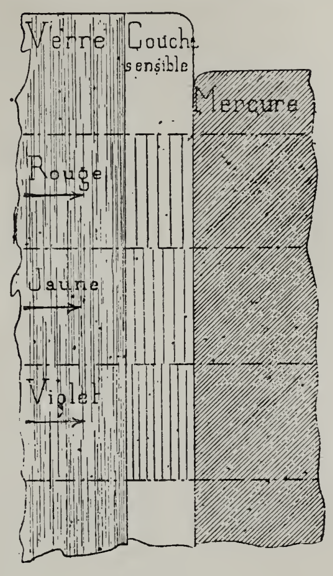


Fig. 69[2].

(1) Voir LIPPMANN. *La photographie des couleurs*. Conférences publiques sur la photographie, organisées au Conservatoire national des arts et métiers. Paris, Gauthier-Villars, 1893.

(2) Figure extraite de l'ouvrage de MM. G. H. NIEWENGLOWSKI et A. ERNAULT : *Les Couleurs et la Photographie*.

« endroit la stratification est plus serrée et que les « lames minces n'ont plus pour épaisseur que la « demi-longueur d'onde du vert. Et de même pour « les autres parties du spectre. La figure 69 repré- « sente schématiquement le dépôt photographique « partagé en lames minces, d'épaisseur décroissante « du rouge au violet.

« Il faut remarquer qu'il est impossible de repré- « senter par une figure l'épaisseur vraie de ces « dépôts. En effet, l'épaisseur de chaque lame, ou « la demi-longueur d'onde est :

Pour le rouge. . . . . $\frac{1}{3300}$

Pour le jaune. . . . . $\frac{1}{4000}$

Pour le violet. . . . . $\frac{1}{5000}$

« En d'autres termes, supposons que la couche de « gélatine sensible ait l'épaisseur d'une feuille de « papier ordinaire, ou de 1/10 de millimètre. Cette « couche après l'action photographique se trouvera « partagée :

Dans le rouge en 330 lames minces.
— jaune en 400 —
— violet en 500 —

« En définitive, on voit que l'action photogra- « phique n'a fait que fixer, en la remplaçant par un « dépôt d'argent la position de chaque maximum « d'action lumineuse. Or, ces maxima d'action lumi- « neuse sont séparés par des distances égales à une

« demi-longueur d'onde de la lumière employée; « c'est pourquoi les lames ainsi obtenues ont « précisément cette épaisseur. La vibration lumi- « neuse s'est, en quelque sorte, moulée par une « photographie dans l'épaisseur de la lame impres- « sionnée. »

La théorie précédente est vérifiée par un grand nombre de faits, notamment le changement de coloration, facile à constater, que l'on observe quand on regarde la plaque sous des angles différents, changement de coloration qui se produit aussi quand on regarde de même de la nacre ou une bulle de savon.

Cette théorie permet aussi de comprendre pourquoi les couleurs disparaissaient au fixage dans l'expérience de Becquerel ; l'absence de gélatine faisait que l'hyposulfite dissolvant les sels d'argent qui produisaient les couleurs, celles-ci cessaient d'être soutenues et s'effondraient les unes sur les autres.

Comme l'a fait à juste titre remarquer M. Abel Buguet, l'enregistrement des couleurs par le procédé de M. Lippmann est analogue à l'enregistrement du son par le phonographe d'Édison.

« Dans les deux cas, la vibration *sonore* ou LUMINEUSE laisse sa trace sur une substance impressionnable, *étain* ou GÉLATINE, et le cliché qu'elle a confectionné redonne fidèlement les vibrations, *son* ou LUMIÈRE, qui l'ont produit, avec tous leurs caractères et en particulier leur *tonalité* ou COULEUR ».

CHAPITRE XIII

LA PHOTOGRAPHIE INDIRECTE DES COULEURS

(PHOTOCHROMOGRAPHIE)

Principe. — Ducos du Hauron et Charles Cros, inventeurs de la photographie indirecte des couleurs. — Triage des couleurs. — Synthèse temporaire par projections et au moyen des stéréochromoscopes. — Synthèse durable par le procédé au charbon, par le procédé de MM. Lumière, par le procédé de M. Géo. A. Richard et par les photo-tirages mécaniques.

Les deux méthodes directes de reproduction des couleurs que nous venons de décrire : le procédé par adaptation et le procédé interférentiel de M. Gabriel Lippmann, n'ont encore pu entrer dans la pratique courante. Il n'en est pas de même de l'ingénieux procédé indirect dû aux deux Français Charles Cros et Ducos du Hauron qui l'ont publié la même année, en 1869, sans se connaître.

La photochromographie est basée sur le fait bien connu que le mélange en proportions convenables de trois couleurs convenablement choisies permet de reproduire l'infinie variété de couleurs simples ou complexes que nous présente la nature. Les



Fig. 70. — Positif tiré d'après le phototype destiné à fournir l'image rouge.



Fig. 71. — Positif tiré d'après le phototype impressionné par les radiations bleues.



Fig. 72. — Positif d'après le négatif impressionné par les radiations jaunes.

trois couleurs fondamentales doivent être choisies de manière à pouvoir, par leur mélange, reproduire la lumière blanche; ce sont généralement, le bleu, le jaune ou le vert et le rouge.

Théoriquement, le procédé indirect consiste à obtenir trois clichés négatifs de l'objet à reproduire, de dimensions identiques :

Le premier, en ne laissant agir sur la plaque que les radiations rouges émises par le sujet, fournira l'image positive correspondant au rouge.

Le second, qui a été impressionné uniquement par les radiations bleues, permettra de tirer le positif correspondant au bleu.

Le troisième enfin, où le jaune seul a agi, fournira le positif du jaune.

Les figures 70, 71 et 72 représentent des photocopies positives tirées d'après les trois clichés analytiques d'un bouquet photographié par MM. Lumière.

La superposition de ces trois positifs respectivement colorés en bleu, jaune et rouge, permettra de faire en quelque sorte la synthèse des couleurs de l'objet, couleurs dont l'analyse a été faite en prenant les trois négatifs.

Ceux-ci pourraient être obtenus sur trois plaques ordinaires en plaçant successivement devant l'objectif trois écrans convenables; mais, en opérant ainsi, tandis que le négatif du bleu n'exige que quelques secondes de pose, celui du jaune demande plusieurs minutes et celui du rouge plusieurs heures. Il est donc préférable d'employer pour ces

deux derniers deux plaques dont la sensibilité a été respectivement exaltée pour le jaune et le rouge.

Les trois négatifs analytiques peuvent être obtenus avec une chambre noire ordinaire, en ayant soin de ne pas changer la mise au point et de ne pas bouger l'appareil pendant le changement de plaques.

On a imaginé un certain nombre de dispositifs

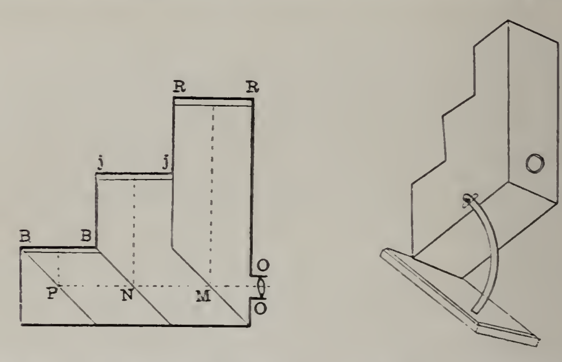


Fig. 73. — Chambre Zink (Schéma). Fig. 74. — Chambre Zink.

de chambres noires qui permettent d'obtenir simultanément les trois clichés. Le plus simple est celui dû à un photographe de Gotha, M. Zink ; l'image fournie par l'objectif 00 (fig. 73 et 74) est réfléchie respectivement par les trois miroirs plans M, N, P (dont les deux premiers M et N sont transparents) sur les plaques BB ordinaire, JJ orthochromatisée pour le jaune et RR orthochromatisée pour le rouge, devant lesquelles sont respectivement placés des écrans colorés bleu, jaune et rouge. M. Ives,

de Philadelphie et M. Nachet, de Paris, ont combiné d'autres dispositifs, mais plus compliqués. La chambre de Zink présente sur eux l'avantage d'être réversible et de permettre la reconstitution des couleurs : il suffit en effet de tirer des trois clichés obtenus ainsi trois positifs, de placer ceux-ci aux places respectivement occupées par les trois plaques lors de la pose et de regarder avec un seul œil à travers l'objectif O pour voir l'objet reproduit en couleurs et en relief.

On a ainsi refait une synthèse temporaire des couleurs de l'objet photographié; cette synthèse peut aussi s'obtenir avec divers appareils plus ou moins compliqués auxquels on a donné les noms d'héliochromoscopes, de stéréochromoscopes; nous avons fait construire un stéréochromoscope qui permet de faire varier les intensités relatives des trois lumières colorées dont le mélange reconstitue les couleurs de l'objet[1].

La chambre Zink a encore l'avantage de pouvoir aisément s'adapter à la projection ; avant son invention, les projections polychromes se faisaient en éclairant les trois positifs au moyen de trois lanternes munies respectivement de verres bleu, jaune et rouge et en superposant les trois images.

Un ingénieux procédé de synthèse temporaire des couleurs par projection, dû à M. G. Lippmann, utilise aussi la réversibilité de la marche des rayons

(1) Voir *Les Couleurs et la photographie*, pages 351 et suiv.

lumineux à travers les lentilles. Trois petits objectifs sont montés sur la planchette d'une chambre noire et munis respectivement des trois écrans colorés destinés à opérer la sélection des trois couleurs; en face de chaque objectif se trouve, dans le châssis négatif, une plaque sensible aux radiations que laisse passer l'écran correspondant. Les trois clichés obtenus par ce dispositif servent à tirer trois positifs que l'on met à la place du verre dépoli et que l'on éclaire au moyen d'une forte lanterne; on projette ainsi sur un écran une image polychrome de l'objet photographié, image qu'on peut agrandir ou réduire à volonté en plaçant devant les trois objectifs une lentille convergente ou divergente convenablement choisie.

Avec ce dispositif, ainsi qu'avec celui de Zink, les trois couleurs fondamentales qui permettent la synthèse des couleurs de l'objet, sont précisément celles qui ont fourni les trois négatifs, de sorte que le rendu est aussi complet que possible. Il n'en est pas de même si on emploie les autres dispositifs dans lesquels ce ne sont pas les mêmes écrans qui tamisent (si on peut s'exprimer ainsi) la lumière lors de l'analyse et lors de la synthèse des couleurs.

C'est d'ailleurs le même inconvénient que l'on rencontre lorsqu'on veut obtenir une synthèse durable des couleurs; cet inconvénient est d'autant plus grand qu'il faut, dans ce but, faire appel, non plus à des radiations colorées, mais à des couleurs pigmentaires qui ont des propriétés différentes ; c'est

ainsi que tandis que le mélange du jaune et du bleu pigmentaires produisent du vert, le mélange d'un faisceau de lumière bleue et d'un faisceau de lumière jaune produit de la lumière blanche.

Le premier procédé de reconstitution durable des couleurs d'un objet a été indiqué par Ducos du Hauron ; il consiste à tirer les trois positifs sur du papier au charbon rouge, jaune et bleu, à détacher les trois pellicules et à les superposer. On rencontre d'assez grandes difficultés dans le choix des poudres colorées, qu'il faut mélanger à la gélatine bichromatée et dans le repérage des trois images.

Charles Cros a, en 1881, présenté à l'Académie des Sciences, avec Carpentier, une méthode basée sur l'emploi de couches de collodion albuminé, renfermant 2 à 3 p. 100 de bromure de cadmium sensibilisées au bichromate d'ammonium; la lumière agissant sur ces couches les rendait incapables de s'imbiber de matières colorantes. Cette méthode, récemment reprise par MM. A. et L. Lumière leur a fourni de très beaux résultats. Nous reproduisons textuellement la note qu'ils ont lue à ce sujet à l'Académie des sciences :

« La méthode indirecte de photographie en couleurs naturelles, indiquée par MM. Cros et Ducos du Hauron, n'a pas reçu jusqu'ici d'application vraiment pratique, à cause des difficultés que présentent deux points importants de cette méthode : le triage des couleurs, puis l'obtention et la superposition des monochromes. Nous nous sommes atta-

chés à l'étude de ces deux points. Pour le triage des couleurs, nous avons fait usage des écrans recommandés jusqu'ici, écrans orangés, verts et violets, puis nous avons préparé trois séries de plaques photographiques présentant respectivement un maximum de sensibilité pour les rayons que les écrans laissaient passer. Le tirage et la superposition des monochromes ont été réalisés grâce à l'emploi d'un procédé photographique aux mucilages bichromatés, sans transfert, basé sur la remarque suivante : la colle forte, soluble à froid, bichromatée, qui ne donne pas d'images photographiques avec leurs demi-teintes lorsqu'elle est employée seule, acquiert cette propriété lorsqu'on l'additionne de substances insolubles dans de certaines conditions.

« Si l'on ajoute, par exemple, à une solution de colle forte à 10 p. 100, 50 p. 100 de bichromate d'ammoniaque, et de 5 à 10 p. 100 de bromure d'argent émulsionné, et que l'on étende cette préparation, en couche mince, sur une lame de verre, on obtient une surface sensible que l'on expose à la lumière sous le négatif à reproduire. Lorsque l'exposition est suffisante, on lave la plaque à l'eau froide, et l'on a ainsi une image à peine visible, formée par le mucilage insolubilisé, image que l'on peut colorer avec des teintures convenables. On se débarrasse ensuite du bromure d'argent par un dissolvant approprié, l'hyposulfite de soude par exemple. Ce procédé donne, avec la plus grande facilité,

des épreuves de toutes couleurs avec toutes les gradations de teintes du négatif. Le bromure d'argent peut être remplacé par d'autres précipités insolubles.

« Avec un tel procédé, il est facile d'obtenir des épreuves polychromes, en utilisant le principe de la méthode de MM. Cros et Ducos du Hauron. On procède à l'obtention successive, sur une même plaque, de trois images monochromes rouge, jaune et bleu, provenant des trois négatifs correspondants, en ayant soin d'isoler chaque image de la précédente par une couche imperméable de collodion par exemple. Cette méthode permet, par l'emploi de teintures plus ou moins concentrées ou par simple décoloration à l'eau, de varier l'intensité relative des monochromes, de modifier, au besoin, l'effet des trois premières couches par l'addition d'une quatrième, d'une cinquième et même davantage ; elle rend, en outre, le repérage très facile, et assure la possibilité de reporter sur papier l'ensemble de ces impressions. Les premiers spécimens de photographies en couleurs ainsi obtenus, spécimens qui accompagnent cette note, montrent tout le parti pratique que l'on pourra maintenant tirer d'une méthode depuis si longtemps négligée. »

Tout récemment, M. Geo Richard a imaginé un procédé qui lui a permis d'obtenir de magnifiques épreuves fixes, à couleurs très pures et très rapprochées de celles du modèle. La sélection des trois couleurs fondamentales est faite comme d'habitude ;

des trois clichés on tire trois positifs au gélatino-bromure, qui donnent en noir les intensités relatives des bleus, des jaunes et des rouges du sujet, puis on substitue à l'argent réduit une matière colorante bleue pour l'un des positifs, jaune pour le second et rouge pour le troisième. Cette substitution peut se faire soit en transformant chimiquement le dépôt argentique en un sel capable de fixer ou de précipiter la couleur qu'on veut employer, ce qui donne un positif mordancé qui ne retient la couleur qu'aux endroits antérieurement noirs ; soit en transformant l'argent en un sel capable de réagir sur des dérivés de l'aniline pour former sur place des couleurs organiques artificielles.

Les trois positifs sont faits par les procédés ordinaires du gélatino-bromure; l'un est fait sur celluloïd transparent, les deux autres sur verre; un de ces derniers doit être renversé afin qu'ils soient superposables quand on met en regard leurs faces gélatinées ; le positif pelliculaire est placé entre les deux. Le repérage est très aisé et, grâce à l'emploi de trois monochromes, on a toute latitude pour modifier ou remplacer l'un d'eux afin d'obtenir tout le rendu désirable.

Ces images présentent aussi le grand avantage de se conserver indéfiniment et correspondent à un véritable progrès.

La synthèse durable peut encore être obtenue par l'un quelconque des procédés de phototirages mécaniques que nous avons vu ; mais cette fois, à

moins d'employer des couleurs d'une grande transparence, il sera difficile de les superposer ; aussi remplace-t-on la superposition par une juxtaposition ; c'est ce que l'on fait notamment en photochromotypographie en se servant de réseaux à une seule direction de lignes et en prenant trois directions différentes pour les trois planches phototypographiques qui correspondent aux trois couleurs élémentaires.

Tout récemment, M. John Joly, de Dublin, a proposé de simplifier la technique de la photochromographie en obtenant, d'un seul coup, sur une même image, les trois clichés analytiques. La lumière, avant de parvenir sur la plaque, est tamisée à travers une glace recouverte, sur une de ses faces, de lignes fines, parallèles et très serrées, tracées à l'aide de pigments transparents présentant alternativement les trois couleurs fondamentales et ne laissant passer qu'elles. Il suffit de projeter un diapositif obtenu à l'aide du phototype ainsi obtenu, à travers la même glace, identiquement placée comme lors de la pose, pour obtenir sur l'écran une reproduction en couleurs de l'objet photographié. Les colorations sont ainsi assez fidèlement rendues ; mais le procédé n'est pas pratique, attendu que l'image paraît toujours vue à travers une grille, ce qui lui donne un aspect désagréable.

L'emploi des impressions polychromes se généralise de plus en plus, surtout chez les Anglais et les Américains, qui ne tarderont pas à atteindre la per-

fection dans cette intéressante branche des arts graphiques.

Quelle est la valeur exacte des divers procédés de reproduction photographique des couleurs que nous venons de passer en revue ?

La méthode directe, par destruction des couleurs, mise en pratique par M. E. Vallot, est trop récente pour pouvoir être jugée à fond. Il est néanmoins bon de remarquer qu'elle exige une pose très longue et que l'on n'entrevoit pas la possibilité de fixer les couleurs.

La méthode interférentielle du professeur Lippmann, a été, à juste titre, considérée comme une des plus belles découvertes du siècle ; mais l'intérêt qu'elle présente est surtout relatif à la belle confirmation qu'elle est venue apporter à la théorie des ondulations. Quant à ce qui est de son emploi à la reproduction des couleurs, elle ne semble pouvoir entrer encore dans le domaine de la pratique. Elle a tout d'abord, comme aux premiers temps de la photographie, lors des daguerréotypes, l'inconvénient de ne pas se prêter à la multiplication des épreuves et d'exiger une nouvelle opération chaque fois qu'on désire un nouvel exemplaire. Elle présente un inconvénient plus grand, celui de ne pas toujours donner de résultats même en opérant dans des conditions identiques. Les frères Lumière qui ont étudié avec le plus grand soin les divers procédés proposés jusqu'à présent pour la reproduction photographique des couleurs, n'ont pu produire les

mêmes résultats même « en opérant avec des poids « de substances aussi égaux que peuvent les donner « les balances et les instruments de mesure les « plus perfectionnés, en séparant les opérations suc- « cessives par les mêmes intervalles de temps, en « se plaçant dans des conditions aussi identiques « que possible de température, de degré hygromé- « trique, de milieu, etc.[1] ». Cette inconstance de la méthode interférentielle provient des variations subies par l'orthochromatisme sous la moindre influence et de la structure lamellaire si délicate à laquelle sont dues les couleurs. Néanmoins c'est elle qui donne les résultats les plus beaux, les plus vrais et les plus complets.

Les procédés indirects ont souvent été l'objet d'objections imméritées. La première phase de ces procédés, le triage des couleurs, s'opère très aisément ; la difficulté réside surtout dans la synthèse, parce que, comme le font justement remarquer les frères Lumière, on manque de repère pour le tirage des monochromes ; il faudrait avoir des procédés photographiques donnant, à l'impression par contact des images monochromes de couleurs convenables et telles que l'impression, n'exigeant aucun développement, pût être suivie en quelque sorte pas à pas. Cependant ces procédés indirects offrent la possibilité d'avoir des reproductions assez rapprochées

(1) A. et L. Lumière. *La photographie des couleurs ; ses méthodes et ses résultats.* Communication faite le 3 janvier 1896 à la Société française de photographie.

et, si les résultats présentent quelque infidélité, ont l'avantage de se prêter à la multiplication des copies.

Nous concluons bien volontiers avec MM. A. et L. Lumière que « tout en ayant confiance dans l'avenir, « qu'il s'agisse de l'une ou l'autre des méthodes pas- « sées en revue, si l'on a franchi la plus grande « partie du chemin, le but n'est point encore atteint « d'une façon définitive ».

CHAPITRE XIV

LA PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE

L'invention du gélatino-bromure a reculé les limites de l'instantanéité. — Les obturateurs. — Les appareils à main.

Daguerre, en 1840 et, un an plus tard, Talbot, avaient essayé de photographier l'homme en mouvement. Mais on ne commença à faire de la photographie instantanée, c'est-à-dire avec un temps de pose assez court pour fixer sur la plaque une phase d'un objet en mouvement, qu'après l'invention du procédé au collodion, vingt fois plus sensible que celui de Daguerre. La découverte du gélatino-bromure d'argent, vingt à trente fois plus sensible que le collodio-bromure, a permis de réduire énormément le temps de pose; possédant des couches aussi sensibles, on chercha à obtenir des objectifs donnant un meilleur rendement, c'est-à-dire absorbant le moins de lumière possible et, aujourd'hui, grâce à l'emploi des plaques extra-rapides du commerce et d'objectifs très lumineux, on peut obtenir des images suffisamment nettes en 1/1000 de seconde. De tels temps de pose ne peuvent être obtenus en débou-

chant l'objectif à la main ; aussi a-t-on recours à des procédés d'obturation mécanique, par l'emploi des obturateurs. Il existe un grand nombre de modèles de ces derniers ; la plupart permettent non seulement l'instantané, mais aussi la pose.

Le type le plus simple est l'obturateur à volet, formé d'un volet simple ou double, placé devant ou derrière l'objectif, qu'on peut élever ou abaisser à volonté ; un autre genre, qui permet d'opérer avec des temps de pose plus courts, consiste en une planchette de bois percée d'une ouverture qu'on laisse tomber devant la guillotine ; c'est l'obturateur à guillotine.

Mais ce sont là des modèles simples qui ne remplissent pas toutes les conditions qu'on doit exiger d'un bon obturateur, qui doit fonctionner sans ébranler la chambre, avoir des périodes d'ouverture et de fermeture très courtes (conditions du rendement maximum) et permettre de faire varier à volonté la durée de pose. Celle-ci dépend en effet du mouvement du sujet à photographier, de la rapidité de l'objectif, de la sensibilité de la plaque, de l'éclairage, etc. C'est ainsi que s'il s'agit de faire un portrait d'enfant à l'atelier, il faut poser de un tiers à une seconde ; s'il s'agit, au contraire, de photographier un sujet en mouvement, la pose ne devra pas dépasser 1/10 de seconde et devra même le plus souvent avoir une durée moindre ; il faut 1/30 à 1/50 de seconde pour prendre une scène de rue animée, 1/200 de seconde au plus pour des sujets à mouve-

ment très rapide, tels que des sauteurs, des chevaux de course, etc.

Il s'ensuit qu'un bon obturateur doit permettre de varier la durée de pose de une seconde à 1/500 de seconde ; une pose de 1/1000 de seconde ne donne guère plus que des silhouettes sans détails.

Un des obturateurs les plus anciens qui satisfas-

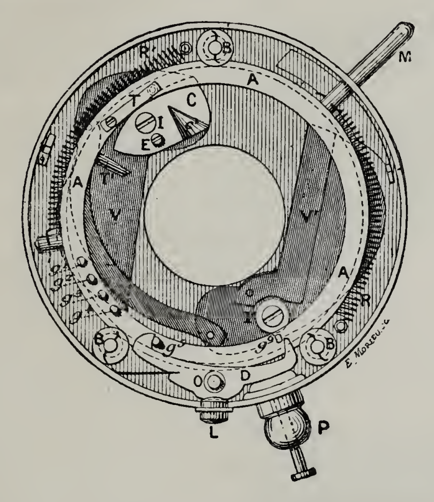


Fig. 75. — Obturateur *le Saturne*. Détails intérieurs.

sent aux conditions énumérées plus haut, est celui de MM. Londe et Dessoudeix; un disque muni d'une ouverture en forme de secteur, est commandé par un fort ressort que l'on peut tendre à volonté et qui détermine un passage rapide du secteur devant l'objectif ; le modèle construit récemment par MM. Bazin et Leroy sous le nom de *Saturne* (fig. 75), est celui qui se rapproche le plus de

l'obturateur idéal, tel que le fait concevoir l'étude mathématique de ces instruments ; il se compose de deux volets s'ouvrant en sens inverse et solidaires l'un de l'autre.

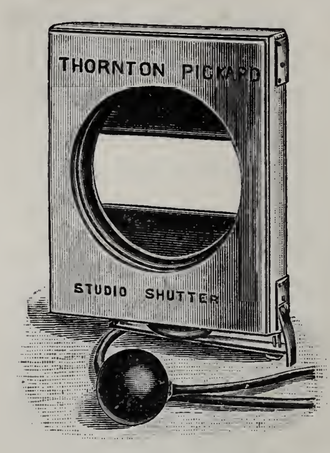


Fig. 76. — Obturateur à volet Thornton-Pickart.

Un type assez original est celui de Thornton-Pickart, formé d'un rideau percé d'une ouverture et s'ouvrant ou se fermant de la même façon que les stores des fenêtres de wagon (fig. 76).

Les obturateurs se placent, selon leur forme, derrière ou devant l'objectif ou, ce qui est la meilleure position, chaque fois que leurs dimensions le permettent, au centre optique de l'objectif. Depuis quelque temps on a imaginé de placer l'obturateur contre la plaque sensible ; il est alors formé d'un simple rideau muni d'une fente plus ou moins large (fig. 77); ce dispositif est surtout employé pour les sujets à très grande vitesse.

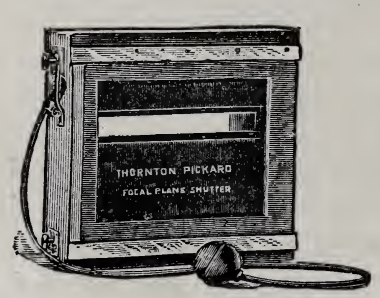


Fig. 77. — Obturateur de plaque Thornton-Pickart.

Ce qu'il y a de plus intéressant quand on veut reproduire un sujet en mouvement, est de le prendre en quelque sorte au vol. Aussi est-il nécessaire d'avoir un appareil toujours prêt à être utilisé ; c'est dans ce but qu'on a fait des chambres noires sans pieds, dites *appareils à main*, de format aussi réduit que possible et qui ont fait l'objet de nombreuses recherches de la part des inventeurs. Afin de diminuer autant que possible le volume et de dissimuler

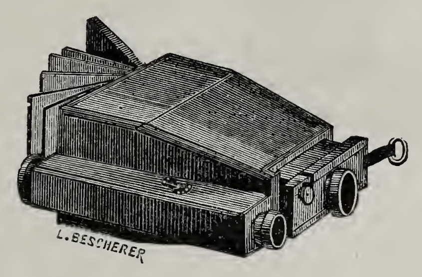


Fig. 78. — Simili-Jumelle.

la nature de l'appareil, on en a fait qui ont la forme de montre, d'épingle de cravate, de canne, de revolver, etc. ; mais ces divers modèles présentent l'inconvénient de donner des images beaucoup trop petites et qu'on ne peut même améliorer par l'agrandissement.

Une des formes dont on a construit le plus de modèles est la jumelle ; la première a été faite par l'ingénieur Carpentier ; puis vint la simili-jumelle Zion (fig. 78), la jumelle photo-sportive, la sténo-jumelle Joux et, tout récemment, la jumelle Derogy (fig. 79).

Un modèle de chambre à main assez répandu est celui, dit à joues pliantes (fig. 80) qui a l'avantage



Fig. 79. — Jumelle photographique Derogy.

de pouvoir aisément se mettre dans la poche, mais présente l'inconvénient de ne pas toujours être prête.

Tous ces appareils sont à foyer fixe, c'est-à-dire qu'on n'en change jamais la mise au point; ils sont basés sur ce fait que l'image d'un objet situé à une distance de l'objet égale à cent fois sa distance focale se fait dans le plan focal. Afin de pouvoir mettre le sujet en plaques, ils sont munis d'une petite chambre acces-

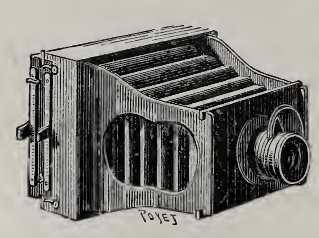


Fig. 80. — Appareil à main.

soire, le viseur, sur le verre dépoli de laquelle on peut suivre tous les mouvements du sujet; les châssis négatifs y sont le plus souvent remplacés par des magasins à plaques ou à pellicules.

La mise au point ne pouvant se faire avec ces divers appareils, on en a construit à mise au point et vision simultanées qui permettent, au moment

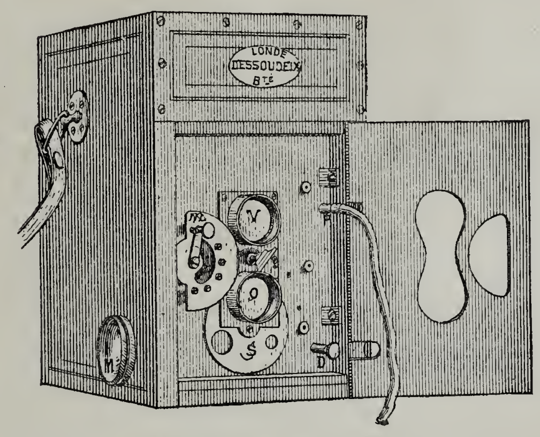


Fig. 81. — Appareil à main Londe et Dessoudeix.

même où le sujet est bien en plaques, de faire la mise au point, sans perte de temps. Ce résultat est obtenu au moyen d'un miroir ou d'un prisme qui réfléchit l'image donnée par l'objectif, sur un verre dépoli. Quand l'image est nette sur ce verre dépoli elle l'est aussi, par suite du réglage de l'appareil, sur la plaque sensible. Ce dispositif a l'avantage que n'a pas l'emploi des viseurs, de faire voir l'objet de la grandeur même qu'il a sur la plaque et

de le maintenir au point quand il se déplace. Telle est la chambre imaginée par MM. Londe et Dessoudeix représentée sur la figure 81.

Comme dans la photographie instantanée on n'utilise qu'une quantité minimum de lumière, la moindre



Fig. 82. — Photographie instantanée obtenue avec l'appareil à main, Londe et Dessoudeix.

fraction de lumière parasite voile aisément la plaque ; c'est ce qui a engagé MM. Lansiaux et Liénard à supprimer tous les rayons lumineux inutiles qui sont aussi nuisibles, en employant un ingénieux dispositif ; qui sert en même temps d'obturateur de plaque : c'est une pyramide ouverte aux deux

extrémités (fig. 82) et articulée à l'objectif. On peut à l'aide de cet appareil obtenir d'excellentes photo-

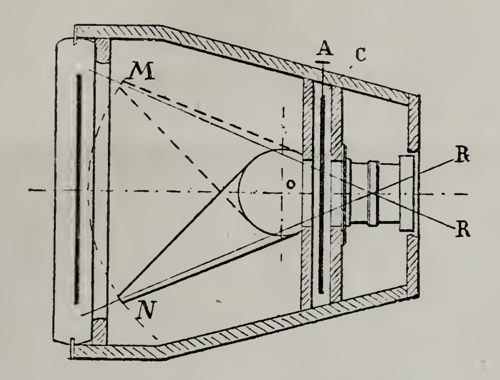


Fig. 83. — Appareil à main « Le Métćor » (coupe).

graphies instantanées, même par un temps couvert, grâce à son grand rendement lumineux.

CHAPITRE XV

LA CHRONOPHOTOGRAPHIE

Insuffisance de la photographie instantanée proprement dite pour la reproduction du mouvement. — Travaux de MM. Muybridge et Marey. — Chronophotographie sur plaque fixe et sur plaque mobile. — Appareil de M. Demeny. — Analyse et synthèse du mouvement : le cinématographe de MM. Lumière.

La photographie instantanée proprement dite permet de fixer sur la plaque photographique une des phases d'un mouvement, mais ne nous renseigne nullement sur la nature de ce mouvement ; notre œil ne peut pas non plus nous être d'une grande utilité à ce sujet; il n'est pas capable de saisir même le mouvement d'un seul organe d'un animal en marche et, d'ailleurs, s'il pouvait saisir rapidement les diverses positions d'un tel organe, il n'est pas en mesure de fixer ni de communiquer ces observations fugitives; il ne peut donc nous donner une image complète d'un mouvement. Il n'en est pas de même de la photographie.

Les premiers travaux concernant l'étude photographique du mouvement sont dus à Muybridge qui en 1877 prit le premier des séries de photographies

représentant les diverses phases d'un animal en mouvement. Il plaçait devant la piste de douze à trente chambres noires dont les objectifs se découvraient successivement au moyen de l'électricité; l'animal produisait lui-même le déclenchement en rompant par son passage des fils qui établissaient des contacts.

Cette manière d'opérer présentait un inconvénient assez grand : les diverses photographies ainsi obtenues étant prises de points de vue différents, ne pouvaient guère être comparées entre elles. Il n'en est pas de même dans les ingénieux appareils imaginés par M. Marey; le premier, construit en 1882, avait la forme d'un fusil et permettait de prendre successivement douze images sans avoir besoin de le recharger; il lui a surtout servi à étudier le vol des oiseaux.

La même année, il a imaginé un dispositif plus pratique qui permet de faire l'analyse chronophotographique complète d'un mouvement, c'est-à-dire de représenter l'ensemble de divers lieux de l'espace occupés par le mobile et de connaître à quel moment correspond chacun de ces lieux. Le principe de l'appareil consiste à faire mouvoir le mobile devant un fond parfaitement obscur; si devant un tel fond nous lançons une boule brillamment éclairée par le soleil, une plaque sensible placée dans un appareil dont l'objectif est resté ouvert tout le temps du mouvement, présentera, une fois développée, une ligne continue, la trajectoire de la boule. Si au

contraire on n'a laissé pénétrer la lumière dans la chambre noire que par intermittence et à des intervalles de temps égaux, on trouvera sur la plaque une ligne discontinue, représentant les positions successives de la boule, aux moments précis où les admissions de lumière ont eu lieu; c'est ce que M. Marey appelle la trajectoire chronophotographique du mobile.

Les admissions successives de lumière s'obtiennent en faisant tourner uniformément devant l'objectif un disque muni de fenêtres équidistantes. Mais quand l'objet étudié couvre dans le sens du mouvement une surface assez étendue, les images successives se superposent et peuvent finir par se confondre. On peut éviter cette confusion soit par la rotation d'un miroir placé devant l'objectif, miroir qui dissocie pour ainsi dire les images, soit par un déplacement de la plaque sensible.

Un autre inconvénient est d'exiger l'emploi d'un fond obscur; il n'en est plus de même si on fait de la *chronophotographie sur plaque mobile*, dont le principe a été appliqué la première fois par Janssen avec le revolver astronomique qui lui servit à étudier le passage de la planète Vénus sur le soleil (1874). Le fusil photographique de Marey que nous avons déjà signalé, est analogue. Mais, dans ces appareils on était limité par le format des plaques photographiques; il n'en est plus de même si on remplace les plaques par des pellicules coupées en forme de bandes enroulées sur des bobines.

Pendant longtemps, les appareils chronophotographiques, assez compliqués et volumineux ne furent employés que dans quelques laboratoires spéciaux. M. Demeny qui fut durant plusieurs années le préparateur et le collaborateur de M. Marey, a simplifié ces appareils, en réduisant leur volume et leur poids, tout en assurant leur parfait fonctionnement; grâce à M. Demeny la chronophotographie est aujourd'hui à la portée de tous; les artistes notamment pourront lui demander de nombreux documents. L'appareil de M. Demeny dont la figure 84 représente l'aspect extérieur et la figure 85 le mécanisme intérieur, permet d'obtenir 80 images et même plus, à raison de 10 à 20 à la seconde; chaque image a 6 centimètres sur 4 centimètres; sa légèreté permet de l'employer à volonté sur pied ou à la main.

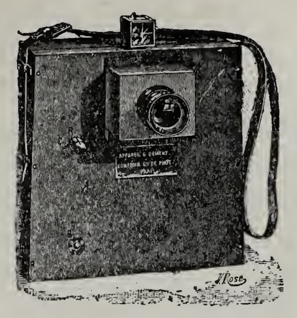


Fig. 84. — Appareil chronophotographique Demeny.

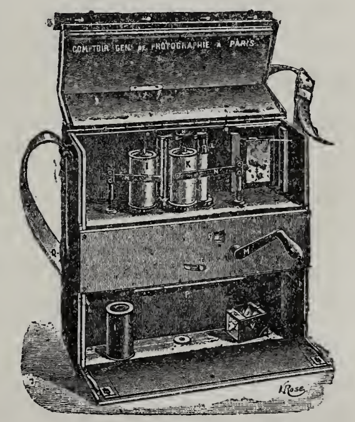


Fig. 85. — Appareil chronophotographique Demeny.

La pellicule sensible est enroulée sur une bobine magasin I; son extrémité est engagée dans la fente d'une seconde bobine réceptrice K. Celle-ci est entraînée quand on pousse le bouton A et met en mouvement la pellicule qui, grâce à une tige excentrique L qui la réfléchit s'arrête chaque fois que la lumière est admise dans l'objectif.

Ces divers appareils permettent en quelque sorte de faire l'analyse du mouvement ; les images qu'ils donnent représentent les diverses attitudes de l'objet en mouvement, mais ne nous montrent pas le mouvement lui-même. Pour en avoir la sensation, il faut faire passer devant nos yeux ces diverses images avec une vitesse suffisante pour qu'elles produisent une impression unique, celle du mouvement même de l'objet. M. Marey a tout d'abord utilisé le zootrope, ce jouet bien connu dérivé du phénakisticope de Plateau.

M. Demeny a employé une autre méthode dans l'appareil qu'il a appelé le bioscope ; un disque de verre porte à sa circonférence une série d'images positives transparentes, au nombre de trente, tirées d'après des négatifs obtenus à l'aide de son appareil chronophotographique. Une lanterne placée derrière le disque éclaire fortement en arrière les images devant lesquelles se trouve un objectif à projection.

Il suffit d'imprimer au disque un mouvement de rotation suffisamment rapide pour projeter sur un écran convenablement placé l'objet en mouvement. On peut aussi regarder les images à travers une

lentille grossissante; l'illusion est telle que des sourds, habitués à lire sur le mouvement des lèvres ont pu reconnaître les paroles prononcées par le sujet dont on leur montrait les images.

Depuis, ces appareils ont été bien perfectionnés ; tout le monde a vu le kinétoscope d'Edison, qui exige que le sujet soit pris devant un fond noir et ne se prête pas à la projection. Les frères Lumière auxquels la photographie est redevable de plus d'un progrès, ont récemment fait breveter, sous le nom de cinématographe, un ingénieux appareil qui permet à la fois d'obtenir les négatifs, de les transformer en positifs et de les projeter.

Les phototypes négatifs sont obtenus sur une bande pelliculaire sensible, ayant 3 centimètres de large et au moins 15 centimètres de long; ses deux bords sont percés de trous équidistants dont nous verrons plus loin l'utilité. La pellicule est enroulée sur un tambour P (fig. 86 et 87), situé à l'intérieur d'une boîte obscure B qui surmonte le cinématographe proprement dit. La pellicule mise en mouvement par un mécanisme que nous décrirons un peu plus loin, sort de la boîte B pour pénétrer dans le cinématographe dans lequel elle descend verticalement jusqu'à la gorge G ; après avoir contourné cette gorge, elle remonte jusqu'à la tige K qui la réfléchit pour l'envoyer s'enrouler autour de l'axe J. Durant ce trajet, chaque portion de la bande limitée par deux trous consécutifs percés sur un des côtés s'est arrêtée environ 1/50 de seconde devant l'ouverture E.

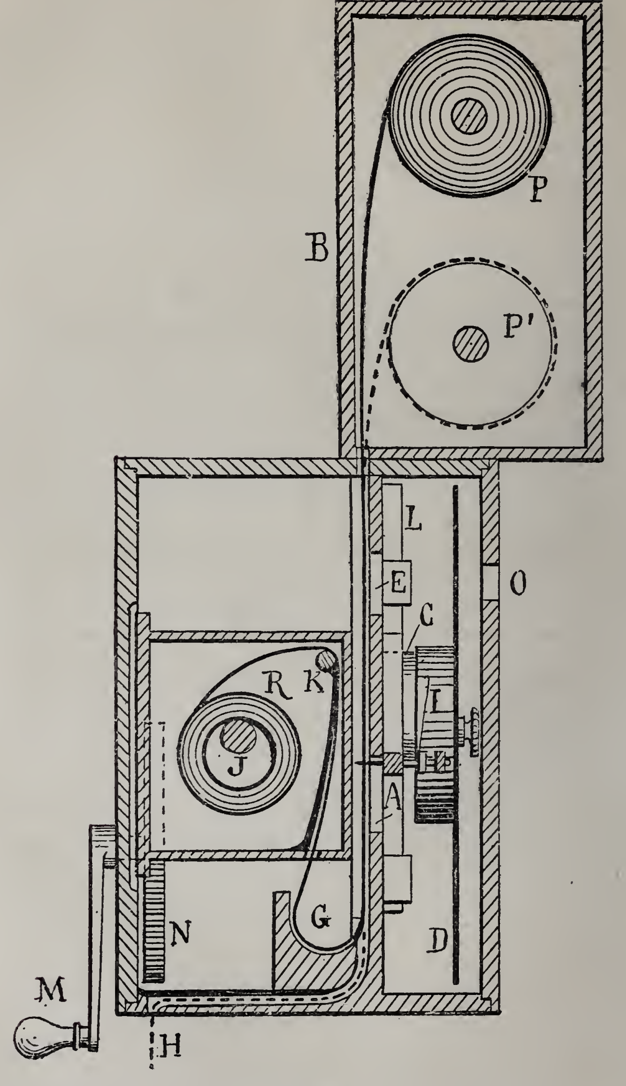


Fig. 86. — Coupe longitudinale du cinématographe.

Une seconde ouverture O, contre laquelle est fixée une chambre photographique munie de son objectif est séparée de l'ouverture E placée en face, par un disque D que peut faire tourner le tambour I commandé par la même manivelle M. que la pellicule. Ce double disque DD' ne permet à la lumière de

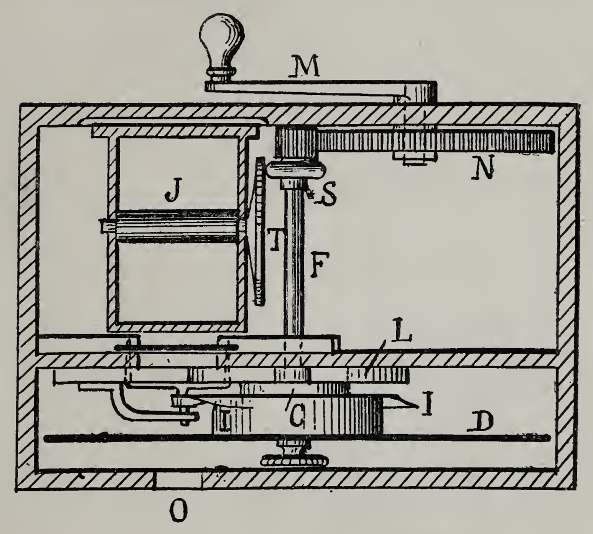


Fig. 87. — Coupe transversale du cinématographe.

tomber sur la pellicule que pendant les périodes d'immobilité ; les parties pleines du disque, fermant l'ouverture, empêchent l'admission de la lumière pendant le mouvement de la pellicule. Les images, grâce à ce dispositif, se succèdent tous les 1/15 de seconde ; chacune d'elles exigeant 1/50 de seconde de pose, on peut en produire 900 par minute. Nous avons déjà dit que la manivelle M mue à la main,

commandait le double mouvement du disque et de la pellicule ; la transmission se fait par l'intermédiaire d'un système multiplicateur qui produit la rotation d'un arbre F sur lequel sont fixés le disque D, le système qui fait tourner l'axe J et un excentrique C. Ce dernier conduit un cadre L muni de deux dents dont une seule est figurée en A sur la figure et qui s'engageant et se dégageant, au moment voulu, dans deux trous de la pellicule, entraînent celle-ci.

La bande négative étant ainsi obtenue, on l'enroule, après avoir supprimé la chambre noire, sur le tambour P′, le tambour P supportant une nouvelle pellicule sensible. Le mécanisme étant mis en mouvement, les deux pellicules se déroulent simultanément, la lumière qui pénètre, à chaque arrêt, à travers l'ouverture E traverse successivement les divers clichés négatifs, et venant impressionner la pellicule sensible placée derrière, en donne autant d'épreuves négatives. La figure 88 représente un fragment de la bande pelliculaire positive ainsi obtenue.

C'est cette bande qu'on enroule sur le tambour P pour projeter le mouvement sur un écran ; une lanterne à projections remplace la chambre noire. La manivelle M sert encore à produire le mouvement de la pellicule et du disque D, mouvement réglé de manière que la lumière venant de la lanterne ne traverse la pellicule que pendant les périodes d'immobilité.

Malgré sa simplicité, l'ingénieux appareil de

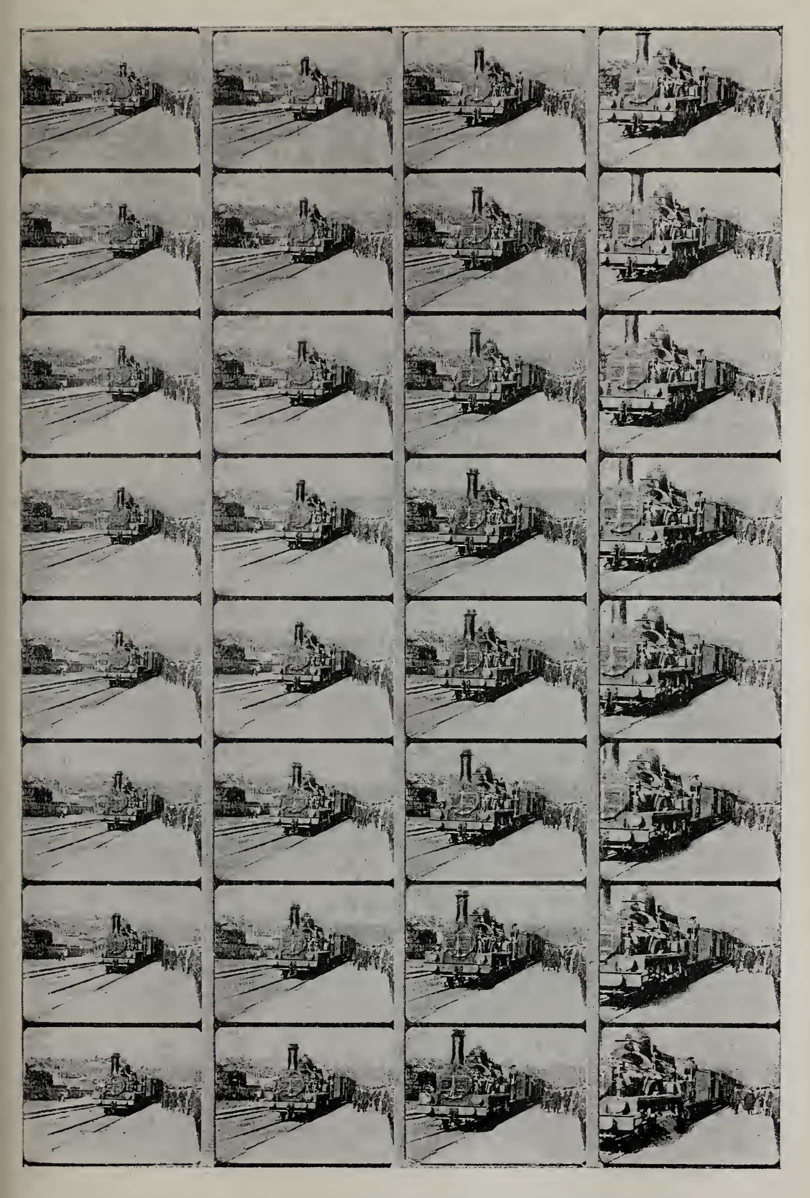


Fig. 88. — Reproduction phototypographique d'un fragment de la pellicule positive du cinématographe.

MM. Lumière fonctionne avec une telle précision que, malgré un petit tremblement des images difficile à éviter, les scènes projetées sont saisissantes de vérité.

La manivelle M étant mue à la main, on peut, lors de la synthèse du mouvement, le ralentir ou l'accélérer à volonté, avantage qu'on ne rencontre pas dans le kinétoscope d'Edison ; le ralentissement du mouvement projeté permet de l'étudier dans ses moindres détails ; l'accélération permet de se rendre compte de l'allure de phénomènes trop lents pour que nous puissions nous en faire une idée directe, tels que la croissance d'une plante, d'un enfant, des cheveux, de la barbe, etc. Ces divers exemples sont tirés d'un pli cacheté dont M. G. Guéroult a récemment demandé l'ouverture à l'Académie ; il contenait aussi la description d'un photocinégraphe, appareil destiné à l'analyse et à la synthèse du mouvement et l'idée d'expériences originales que nous citons textuellement :

« Une autre expérience d'un caractère assez nouveau pourrait être faite avec les photographies de la plante ou de l'animal, dont on aurait étudié la croissance. Si l'on tournait en sens inverse le cylindre de ce *photocinégraphe*, on verrait se produire en sens inverse les phénomènes de la croissance; on verrait les fleurs se fermer, redevenir boutons, puis bourgeons, puis disparaître; on verrait la tige se rapetisser et finir par rentrer sous terre. Bref, on pourrait avec le *photocinégraphe*, se donner la

satisfaction, jusqu'ici inconnue, de *voir rajeunir* les choses, ou du moins leur image. »

Cette expérience ne saurait être mieux faite qu'avec le cinématographe des frères Lumière ou l'un des innombrables appareils similaires qui naissent chaque jour, qui ne pourra manquer d'être utilisé à la décoration scénique.

CHAPITRE XVI

LA PHOTOGRAPHIE LA NUIT

Photographies d'intérieurs. — Les lumières artificielles.

Le photographe n'a pas toujours à sa disposition la lumière solaire pour impressionner ses plaques, surtout quand il s'agit d'opérer dans un intérieur.

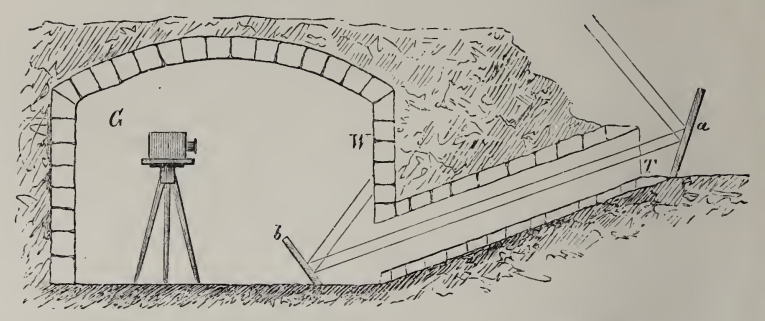


Fig. 89. — Procédé de Vogel pour éclairer les caveaux souterrains.

Quelquefois, il lui est possible de l'amener dans l'endroit où il opère ; c'est ce que fit Vogel pour photographier des tombeaux égyptiens. Un miroir *a* (fig. 89) réfléchissait les rayons solaires, les dirigeait à travers une galerie T sur un second miroir *b* placé dans le caveau où il opérait ; ce second miroir les renvoyait sur le mur W supportant les fresques qu'il voulait reproduire.

Mais ce n'est que rarement que l'on peut opérer

ainsi et, le plus souvent, on est obligé d'avoir recours aux sources de lumière artificielle. L'une des premières auxquelles on s'est adressé est la lumière électrique fournie par un arc : tout le monde connaît les beaux portraits faits par Liébert, à la lumière électrique, le soir, et les photographies des catacombes de Nadar; on a quelquefois remplacé la lampe à arc par un grand nombre de lampes à incandescence.

Mais on semble avoir abandonné cet éclairage pour celui que fournit la combustion du magnésium : la chaleur dégagée porte à l'incandescence les particules de magnésie qui émettent une vive lumière, très riche en radiations violettes et ultra-violettes, comme l'ont montré Bunsen et Roscoé, en 1859. On employa d'abord des rubans plats de métal, de 3 à 5 millimètres de large, dont on maintenait constamment, à l'aide d'un mouvement d'horlogerie (fig. 90), l'extrémité dans la flamme d'une bougie ou d'une lampe à alcool. C'est ainsi que Brothers fit, à Manchester, le portrait de Faraday, sur une plaque au collodion, que Piagzi Smyth photographia l'intérieur des pyramides d'Egypte, etc.

Mais la lenteur du collodion empêchait d'obtenir de bons portraits au magnésium : le vif éclat de la lumière faisait fermer les yeux du patient ; en outre, le magnésium étant d'un prix élevé, on ne s'en servit que rarement. Mais, vers 1887, le prix du magnésium, fabriqué électrolytiquement baissa, et l'invention du gélatino-bromure permit de se contenter de temps de pose assez courts pour que le

modèle n'ait pas le temps de fermer les yeux. L'emploi du magnésium redevint à la mode et s'est depuis généralisé de plus en plus.

Mais dès lors, c'est en poudre qu'on le brûle. Un grand nombre d'appareils sont imaginés pour l'in-

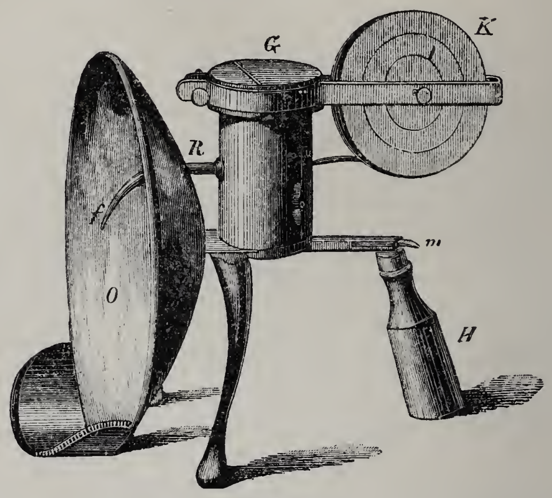


Fig. 90. — Lampe de Salomon destinée à la combustion d'un ruban de magnésium enroulé sur un tambour K. — G, mouvement d'horlogerie servant au déroulement. — R, tube de combustion. — O, réflecteur.

jecter au milieu d'une flamme ; en outre on cherche à augmenter l'éclat de la lumière produite en mélangeant au magnésium divers corps capables de dégager de l'oxygène, tels que du chlorate de potassium. Mais ces divers mélanges, dangereux à manier, ne peuvent, sans crainte d'accident, être projetés dans une flamme. Aussi emploie-t-on le plus généralement l'ingénieux dispositif indiqué

par M. Albert Londe. Le mélange, renfermant une partie de magnésium pour deux de chlorate de potassium pulvérisé est enfermé dans une sorte de petit étui en papier bengale et suspendu à l'aide d'une ficelle ou mieux d'un fil de fer, à l'endroit où doit jaillir l'éclair. Une mèche de coton-poudre, assez longue, permet de produire l'inflammation à distance. L'éclair est assez rapide pour ne pas donner le temps au modèle de fermer les yeux.

On a, depuis peu, proposé de remplacer le magnésium par l'aluminium ou le zinc qui coûtent bien meilleur marché ; mais cette substitution ne semble pas s'être généralisée.

Un grand nombre de combustions chimiques produisent une lumière éclatante qu'on a essayé d'utiliser : c'est ainsi qu'en 1856, Bœttger faisait des portraits en daguerréotypie à la lumière fournie par la combustion du phosphore dans l'oxygène ; on s'est aussi adressé à la combustion de l'arsenic dans le chlore, à la lumière éclatante qui prend naissance quand on enflamme un mélange de sulfure de carbone et de bioxyde d'azote; cette flamme est très actinique et un certain nombre de lampes ont été imaginées pour l'employer. Mais les odeurs désagréables qui accompagnent ces diverses combustions les ont complètement fait abandonner, de sorte qu'on ne se sert guère plus que de la lumière électrique ou de la lumière du magnésium.

La première rend de grands services dans les installations fixes; notamment dans les ateliers de

reproductions industrielles où sont gravées les planches destinées aux divers procédés de phototirages mécaniques[1]; le photographe peut aussi profiter des installations toutes faites, notamment au théâtre.

La lumière du magnésium est employée chaque fois que l'on doit se déplacer ; M. Boutan, en 1894, s'en est servi, à l'aide d'un dispositif particulier, pour obtenir de magnifiques photographies sous-marines. Elle peut aussi être employée concurremment avec la lumière du jour et permet notamment d'éviter certains halos. Si on photographie un intérieur, tel qu'une église avec des vitraux, il est nécessaire de poser assez longtemps ; mais alors la région de la plaque correspondant à l'image des vitraux a été surexposée et les détails ont totalement disparu. On obtient au contraire un cliché complet à l'aide d'un éclair magnésique.

Mais l'usage de la lumière du magnésium présente l'inconvénient de donner une fumée assez intense, fumée de magnésie, accompagnée de gaz plus ou moins dangereux qui provoquent la toux; aussi de nombreuses recherches sont-elles poursuivies dans le but de supprimer ces fumées ; elles ne semblent pas encore avoir abouti à une solution vraiment pratique.

(1) Depuis peu de temps, un certain nombre d'ateliers ont remplacé la lumière électrique par l'éclairage à l'acétylène : ce dernier présente l'avantage d'être facile à installer, de revenir meilleur marché et de ne pas augmenter le temps de pose, le bitume de Judée étant surtout sensible aux radiations jaunes dont la flamme de l'acétylène est très riche.

CHAPITRE XVII

L'ŒIL ET L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE
LA PHOTOGRAPHIE DE L'INVISIBLE

La plaque photographique est la rétine du savant. — Les limites de sa sensibilité sont plus étendues. — Analogies physiologiques de la vision et de la photographie. — L'anecdote de Vogel.

Dès la découverte du daguerréotype, l'appareil photographique a été comparé à l'œil humain ; cette comparaison est des plus exactes : l'appareil photographique ressemble en effet beaucoup à notre œil et dans sa constitution et dans son fonctionnement, on pourrait presque dire au point de vue anatomique et au point de vue physiologique et physique.

La cornée, l'humeur aqueuse et le cristallin, constituent l'objectif complexe de l'œil, objectif dont l'iris est le diaphragme ; l'humeur vitrée remplace l'air qui remplit le soufflet de la chambre noire ; enfin, la rétine joue exactement le même rôle que la plaque photographique ; elle semble même contenir une substance : le pourpre rétinien, impressionné par la lumière qui le décompose comme le bromure d'argent.

Si on compare la formation des images dans l'œil et dans l'appareil photographique, on voit aisément que la marche des rayons lumineux est la même dans les deux; c'est ce qui a fait penser à Zenger qu'on obtiendrait les résultats photographiques les meilleurs en se servant d'un objectif ayant exactement les mêmes propriétés optiques que l'œil.

Au point de vue physiologique, l'œil et l'appareil photographique sont tous deux des transformateurs d'énergie ; ils transforment l'énergie lumineuse qu'ils reçoivent, l'un en énergie graphique agissant sur la plaque sensible, l'autre en énergie nerveuse destinée à porter au cerveau la sensation. Pas plus dans l'un que dans l'autre, toute l'énergie reçue n'est transformée entièrement en travail chimique ou en influx nerveux. Dans les deux cas il y a des pertes par réflexion et par absorption et une portion seulement de l'énergie incidente parvient à l'écran destiné à la recevoir, plaque photographique ou rétine. La plus grande partie de l'énergie qui arrive sur la rétine se transforme en énergie nerveuse ; le reste produit de la chaleur, de l'électricité ou tout autre travail. De même, il est probable que toute la lumière qui arrive sur la plaque sensible n'est pas convertie en action chimique.

Quelle que soit la forme d'énergie qu'on fasse agir sur le nerf optique, il résulte de cette excitation une sensation lumineuse ; la compression, la galvanisation produisent le même effet. De même, quelle que soit la forme d'énergie à laquelle on sou-

mette une plaque sensible, il en résulte la formation d'une image latente, susceptible d'être révélée par un traitement convenable : il suffit de tracer des traits avec une pointe mousse à la surface d'une plaque en gélatino-bromure pour les voir apparaître au développement. Une élévation de température en un point d'une plaque sensible, laisse une trace développable, comme l'a montré Abney en appliquant un petit fer à repasser porté à une température de 50 à 60°, sur l'envers d'une plaque au gélatino-bromure. L'électricité agit aussi sur les plaques, et l'effluve ou décharge obscure permet d'obtenir des images photographiques ; c'est ainsi qu'on peut reproduire des médailles en employant un dispositif analogue à celui de l'expérience bien classique du portrait de Franklin.

Il résulte de ces faits que la fameuse phrase de Janssen : *La plaque photographique est la rétine du savant*, est d'une grande exactitude ; mais c'est une rétine perfectionnée, puisqu'elle retient les impressions qu'elle reçoit ; en outre, c'est une rétine dont nous sommes maîtres : si on peut, comme nous l'avons vu, obtenir des plaques au chlorure d'argent additionné de naphtaline, ayant une sensibilité colorée comparable à celle de notre œil, on peut aussi rendre la plaque photographique sensible à telle ou telle région du spectre que notre œil ne voit pas. C'est ainsi qu'on a pu reproduire la région infra-rouge et la région ultra-violette du spectre.

Nous avons déjà dit que les corps qui avaient

absorbé une certaine quantité de lumière, la renvoyaient; les radiations ainsi émises sont, soit visibles, soit invisibles; dans le premier cas, elles produisent les effets bien connus de la phosphorescence et de la fluorescence ; dans le second cas, si elles ne peuvent impressionner notre œil, elles agissent sur la plaque photographique, comme l'a observé pour la première fois Zenger, quand il a obtenu la photographie du lac de Genève, reproduite sur la figure 91, dans les conditions qu'il expose ainsi :

« Me trouvant à Genève, j'observai, durant une journée très chaude du mois de septembre, que le Mont-Blanc restait visible jusqu'à dix heures et demie du soir, longtemps après le coucher du soleil, et qu'il était illuminé d'une lumière jaune verdâtre assez semblable à celle montrée par les tubes de Crookes. Je mis au point sur le Mont-Blanc et j'attendis que la dernière lueur ne fût plus visible dans la jumelle très forte dont je me servais. J'exposai alors sur une plaque au collodion fluorescente colorée à la chlorophylle et, vers minuit, j'obtins une vue assez distincte du sommet et de la chaîne environnante. »

Il obtint une autre fois, avec des plaques orthochromatiques, de meilleurs résultats; ils semblent dus à la lumière émise par phosphorescence des objets reproduits, qui rendent ainsi l'énergie lumineuse qu'ils ont absorbée pendant le jour.

Tout récemment, MM. Charles Henry, G.-H. Niewenglowski, Henri Becquerel et L. Troost ont cons-

taté que la plupart des corps phosphorescents et fluorescents émettaient des radiations invisibles pour notre œil, traversant des corps opaques à la lumière, tels que les métaux sous faible épaisseur, le papier



Fig. 91. — Photographie du lac de Genève obtenue la nuit par Ch.-V. Zenger.

noir, etc., et impressionnent les plaques photographiques. Ces divers expérimentateurs ont été amenés à faire ces observations par la découverte du professeur Rœntgen, à laquelle nous consacrons le chapitre suivant.

On sait depuis longtemps que la plupart des animaux sont capables d'émettre, par phosphorescence,

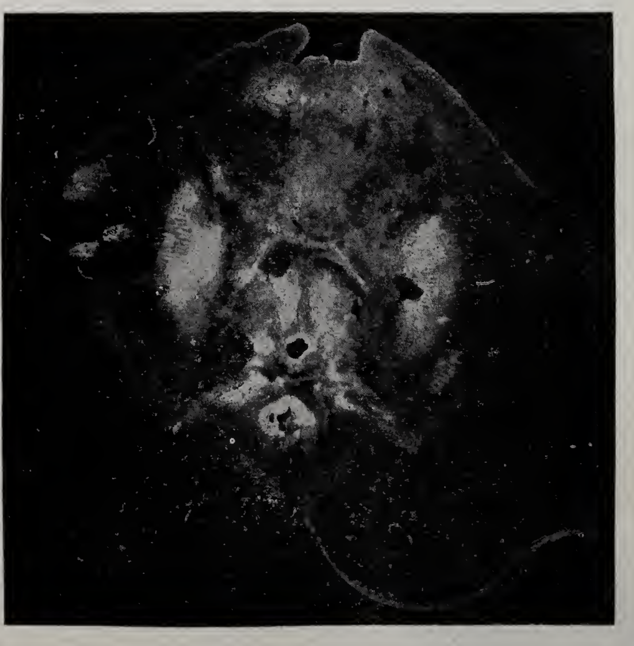


Fig. 92-93. — Photographies de l'intérieur d'une raie obtenue dans l'obscurité par M. Murat (réduction au 1/4).

des radiations visibles (ver luisant); ils émettent aussi des radiations invisibles qui expliquent de curieuses expériences récemment faites par un amateur photographe du Havre, M. H. Murat. Ayant placé une raie entre deux plaques photographiques dans l'obscurité la plus complète, il obtint au développement la reproduction de l'intérieur de l'animal

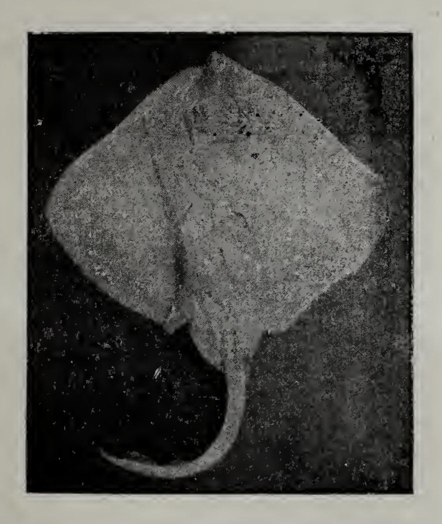


Fig. 94. — Photographie ordinaire d'une raie.

comme le montrent les figures 92 et 93, alors que la photographie ordinaire lui aurait simplement donné l'aspect extérieur de l'animal (fig. 94).

Divers faits de photographie de l'invisible avaient été signalés depuis longtemps ; l'un des plus curieux a souvent passé pour une création de l'imagination : c'est l'anecdote bien connue de Vogel, photographiant

une dame et trouvant sur l'épreuve la figure criblée de petites taches grises dont il n'eut l'explication qu'en apprenant, quelques jours après, la mort de son modèle, causée par la variole. Il est d'ailleurs



Fig. 95.

de fait notoire que les photographes sont obligés de retoucher les portraits de personnes atteintes de taches de rousseur, dont les plus légères se traduisent sur l'épreuve par des taches noires ; souvent même la photographie révèle ces taches alors qu'elles semblent disparues, ce qui a notamment lieu l'hiver.

Le Dr Broca, après avoir fait une étude spectroscopique complète des éruptions cutanées, a montré que l'œil ne voyait pas ces taches, parce qu'il en était empêché par de la lumière rouge, jouant le rôle de lumière parasite empêchant de distinguer la coloration de la peau de celle de l'éruption ; la plaque photographique ordinaire, étant très peu sensible à la lumière rouge n'est pas impressionnée par la lumière parasite des éruptions et, en conduisant convenablement les opérations, on peut amener la photographie d'une éruption invisible à l'œil à présenter des taches d'un noir intense. C'est ainsi que le Dr Broca a pu obtenir la photographie reproduite sur la figure 95 ; c'est la figure d'une femme de cinquante ans atteinte d'une éruption d'eczéma chaque fois qu'elle a mangé du poisson. Le Dr Broca lui en fit manger le soir du 21 avril 1894; son visage, photographié le 22, présenta les taches qu'on peut voir sur la figure 95, taches qui ne furent visibles à l'œil nu que le 24[1].

(1) On pouvait les voir le 22 en plaçant devant l'œil un verre au bleu de cobalt, destiné à absorber toute trace de lumière rouge.

CHAPITRE XVIII

LA PHOTOGRAPHIE DE L'INVISIBLE ET LES RAYONS X

La découverte du professeur Rœntgen. — Rayons cathodiques et rayons X. — Technique de la radiographie.

La découverte toute récente qu'a fait le professeur Rœntgen, de radiations nouvelles capables de traverser la plupart des corps opaques à la lumière ordinaire et d'impressionner les plaques sensibles, a ouvert un champ nouveau à la photographie de l'invisible. Ces rayons, appelés rayons X, dont la nature est encore inconnue, prennent naissance chaque fois que des rayons cathodiques viennent frapper la surface d'un corps solide. Ces rayons cathodiques, dont la nature intime est aussi mystérieuse que celle des rayons X, étant peu connus, il est nécessaire de rappeler comment on les obtient. Quand on fait passer une décharge électrique à travers un gaz très raréfié, dont la pression ne dépasse pas un millionième d'atmosphère, il se produit à l'intérieur du tube contenant le gaz des phénomènes curieux, que W. Crookes, qui les a le premier étudiés à fond, attribuait à l'état très raréfié de la ma-

tière dans le tube, état qu'il désignait sous le nom d'état radiant. Parmi ces phénomènes, nous devons surtout retenir les suivants : le pôle négatif ou cathode, est entouré d'une zone obscure et la paroi opposée du tube (paroi anticathodique), présente une belle fluorescence verdâtre. On a, depuis, expliqué ces faits en admettant que de chaque point de la cathode partaient, normalement à sa surface, des rayons, dits rayons cathodiques. Les uns attribuent les propriétés de ces rayons aux chocs des molécules de la matière radiante, les autres à un mouvement vibratoire. Quoi qu'il en soit, l'une des propriétés les plus saillantes de ces rayons est de subir une déviation quand on en approche un aimant ; ils se réfléchissent comme la lumière, d'après M. Gaston Seguy, traversent l'aluminium sous faible épaisseur et se propagent dans l'air aussi bien que dans le vide. Quand ils rencontrent certains corps, tels que le verre de l'ampoule à l'intérieur de laquelle ils se produisent, ils rendent ces corps phosphorescents ; l'effet est très vif sur un papier de soie imprégné de pentadécylparatolylcétone ; enfin ils impressionnent les plaques photographiques. Ces divers faits étaient connus lorsque le professeur Rœntgen, de Wurtzbourg, observa que de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, partaient outre des radiations phosphorescentes vertes visibles, des radiations invisibles dont la propriété la plus remarquable est de traverser la plupart des corps opaques à la lumière ordinaire. Il s'en aperçut en voyant un

papier recouvert de platinocyanure de baryum devenir fluorescent au voisinage d'un tube de Crookes, recouvert de papier noir. Ayant placé sa main entre le tube de Crookes et l'écran fluorescent, il fut étonné de voir sur celui-ci l'ombre des os entourée d'un vague contour représentant les chairs. C'est alors que le Dr Rœntgen eut l'idée de remplacer l'écran par une plaque photographique sur laquelle, après une pose plus ou moins longue, se trouvait fixée l'image du squelette de la main.

Dès qu'elle fut connue à Paris, l'expérience du professeur Rœntgen fut répétée par M. Gaston Seguy, dans le laboratoire du professeur Le Roux, à l'Ecole supérieure de pharmacie ; depuis, elle a fait l'objet de nombreuses recherches dont le résultat a été de perfectionner considérablement la technique opératoire.

L'un des premiers faits observés a été que ces rayons se propageaient rigoureusement en ligne droite et que, par suite, ils pouvaient donner des ombres géométriques parfaites. On emploie, pour produire la décharge à l'intérieur du tube de Crookes, le courant induit *i* (fig. 96) d'une bobine Rhumkorff, capable de donner de 4 à 12 centimètres d'étincelles. Les ampoules de Crookes se font de diverses formes : la forme en poire avec cathode légèrement concave a longtemps été considérée comme la meilleure ; elle a l'avantage de concentrer les rayons cathodiques sur une petite portion seulement de la paroi de verre.

Les images que l'on peut obtenir ainsi étant des ombres, sont d'autant plus nettes que les dimensions

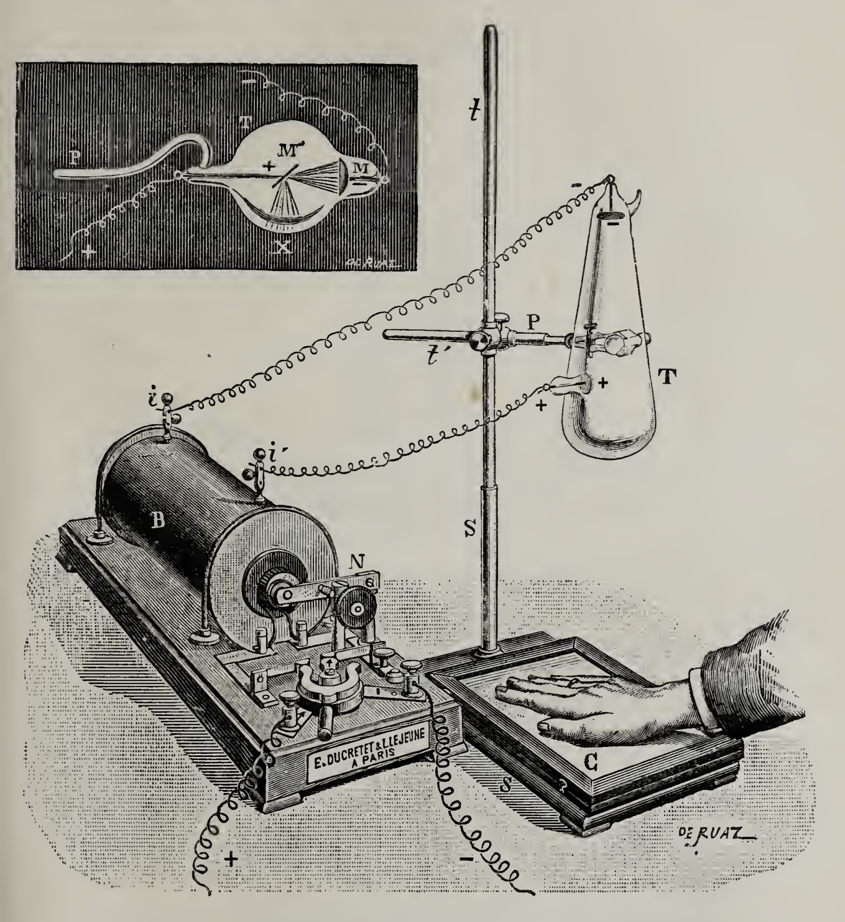


Fig. 96. — Dispositif de l'expérience de Rœntgen et tube focus.

de la source, origine des rayons X, sont plus faibles, que cette source est plus loin de la plaque sensible,

enfin que celle-ci est plus près des objets à reproduire.

On diminue les dimensions de la source en plaçant

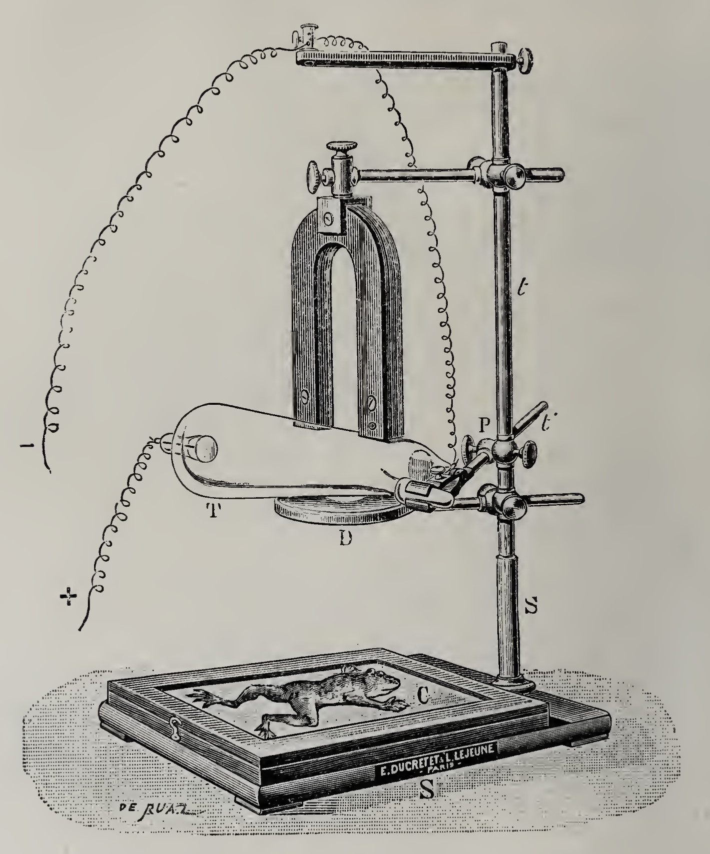


Fig. 97. — Déviation de la tâche active par un aimant.

contre la région du tube un diaphragme en métal ou en verre épais, comme l'ont indiqué MM. Imbert et Bertin-Sans, qui ont aussi eu l'ingénieuse idée

d'appliquer la déviation des rayons cathodiques par l'aimant à concentrer et condenser la tache phosphorescente productrice de rayons X en face du diaphragme (fig. 97).

Plus cette tache est éloignée de la plaque sensible, plus l'image est nette, mais aussi plus long est le temps de pose nécessaire pour la produire ; l'une des meilleures distances est 15 à 20 centimètres.

Dans les débuts, on se contentait d'envelopper la plaque dans un papier noir; mais celui-ci se déchire facilement et se laisse traverser par l'humidité des objets qu'on place dessus ; il est plus pratique de mettre la plaque dans un châssis fermé par une plaque mince d'aluminium, tel que celui représenté sur les figures 96 et 97.

Les principales applications dont la radiographie — c'est ainsi qu'on a pris l'habitude d'appeler la photographie par les rayons X — semble susceptible, sont basées sur l'inégale transparence des divers corps aux nouveaux rayons. Le papier, le bois, la cire, la paraffine, l'eau, le carton, l'ébonite, etc., sont très transparents. Au contraire, le charbon, l'os, l'ivoire, le spath, le verre, le quartz, le sel gemme, le soufre, le fer, l'acier, le cuivre, le mercure, le plomb sont opaques.

Cependant il faut tenir compte de l'épaisseur traversée ; l'un des faits les plus curieux, constaté par MM. Abel Buguet et Gascard, est la grande transparence du diamant vis-à-vis de ses nombreuses imi-

tations ; mais la propriété qui a le plus séduit tout le monde est l'opacité des os et la transparence relative des chairs, propriétés qui ont permis d'entrevoir d'intéressantes applications à la chirurgie. Il semblait que ces applications seraient limitées par la longueur du temps de pose ; il fallait, dans les débuts, une pose d'une heure pour traverser 2 centimètres de tissus organiques.

Mais depuis, on a pu considérablement abréger ce temps de pose en remarquant d'abord que l'intensité des rayons X dépendait du degré de vide existant dans le tube et que ce vide ne demeurait pas constant et en donnant une disposition spéciale à l'ampoule. C'est ainsi que, maintenant on ne sert guère plus que des tubes dits « *tubes focus* » tels que celui représenté en haut et à gauche de la figure 96. Les rayons cathodiques partis d'une cathode concave M convergent en un point d'une lame de platine M′ inclinée à 45° sur leur direction et servant d'anode. C'est en M′ que naissent les rayons X qui traversent le verre du tube avant d'être utilisés.

M. G. Seguy a obtenu un meilleur rendement en employant une ampoule bi-anodique. La cathode en aluminium a la forme d'un miroir sphérique concave ; il y a deux anodes dont l'une *aa*′ en aluminium, est dirigée suivant l'axe de la cathode et dont l'autre *aa*, en platine, est inclinée de 45° sur le même axe (fig. 98). En outre, une tubulure T en communication avec une trompe à mercure, permet

de maintenir le vide au degré qui correspond à l'intensité maxima des rayons X; ceux-ci sont émis par la région *xx* du tube. Il semblerait que l'accroissement de rendement d'un tel tube soit dû à la réflexion observée pour la première fois par M. G. Seguy; il faut aussi tenir compte de ce fait que les rayons X prennent naissance chaque fois que des rayons catho-

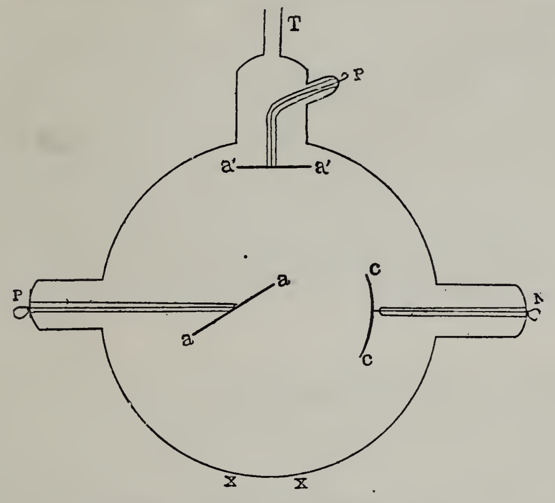


Fig. 98. — Ampoule bi-anodique Seguy.

diques viennent frapper une surface solide; l'anode *aa* serait donc une source supplémentaire de rayons X.

Tout récemment, M. Colardeau a donné au tube focus un dispositif particulier qui permet d'obtenir une surface d'émission très petite, comparable à un point et, par suite, des images très nettes, tout en n'ayant besoin que d'un temps de pose très court,

même en employant une bobine ne donnant que 6 centimètres d'étincelle.



Fig. 100. — Radiographie d'une grenouille par M. Campbell-Swinton.
(Cette figure nous a été obligeamment prêtée par les éditeurs du journal anglais : *The Photogram.*)



Fig. 99. — Radiographie d'une main obtenue par MM. Imbert et Bertin-Sans.

On a particulièrement étudié l'action de ces rayons X, sur les surfaces sensibles. MM. Eder et



Fig. 102. — Grenouille radiographiée par MM. Imbert et Bertin-Sans, de Montpellier.



Fig. 101.—Rat d'égout radiographié par M. A. Londe dans le laboratoire de la société « Optique ».

Valenta ont constaté qu'ils n'avaient qu'une action très faible sur les plaques au collodion.

M. Albert Londe et MM. Auguste et Louis Lumière ont étudié la sensibilité des plaques au gélatino-bromure vis-à-vis de ces rayons et ont trouvé qu'elle était la même que vis-à-vis de la lumière ; MM. Lumière ont comparé l'absorption des nouveaux rayons par les préparations sensibles à celle des rayons lumineux : une pile de 250 feuilles de papier au gélatino-bromure, abritées des rayons lumineux étant exposée devant le tube de Crookes, une pose de dix minutes suffit pour impressionner les 150 premières feuilles tandis que la pose la plus prolongée aux radiations solaires impressionne tout au plus les 6 premières.

De ce que les plaques au collodion ne subissaient aucune action de la part de ces rayons, on a conclu que leur action photogénique devait être indirecte et due en réalité à une sorte de phosphorescence de la gélatine ; nous avons vu que Niepce de Saint-Victor avait déjà fait cette hypothèse pour expliquer l'action de la lumière sur les plaques et qu'elle n'a rien d'invraisemblable.

Que sont ces rayons X? on n'en sait encore rien ; cependant il semble très probable qu'ils ne sont autres que de la lumière très ultra-violette ; on est conduit à cette hypothèse par la propriété qu'ils partagent avec les radiations ultra-violettes de décharger les corps électrisés ; on savait d'ailleurs depuis longtemps que les rayons ultra-violets pouvaient

traverser une couche mince d'argent et M. de Chardonnet a pu obtenir une photographie de l'arc électrique et d'une statue en marbre de Carrare cachés par une lame mince d'argent[1]. La phosphorescence qui accompagne l'émission des rayons X avait conduit M. H. Poincaré à se demander, « si tous les « corps dont la fluorescence est suffisamment in- « tense, n'émettent pas, outre les rayons lumineux, « des rayons X de Röntgen, *quelle que soit la cause « de leur fluorescence ?* Les phénomènes ne seraient « plus alors liés à une cause électrique. Cela n'est « pas probable, mais cela est possible et, sans doute « assez facile à vérifier ».

C'est cette hypothèse qui a conduit MM. Becquerel, Troost et G.-H. Niewenglowski à la découverte de ces rayons invisibles émis par les corps phosphorescents, rayons dont nous avons déjà parlé ; ils déchargent les corps électrisés comme les rayons ultra-violets et les rayons X, mais ils se distinguent de ceux-ci par leur facile absorption par l'air, même sous une faible épaisseur. Il semblerait que ces rayons phosphorescents invisibles soient des radiations très ultra-violettes et que les rayons X soient situés dans le spectre, encore plus au delà du violet.

(1) M. David-Packer a, tout dernièrement, utilisé cette propriété pour photographier la couronne solaire au moyen d'une petite ouverture sténopéique obturée par une lame mince de cuivre ou d'argent.

CHAPITRE XIX

L'ASTROPHOTOGRAPHIE

(PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE)

Photographie des étoiles; carte du ciel. — Héliophotographie. — Sélénéphotographie. — Éclipses de soleil et de lune. — Photographie des planètes et des comètes. — Spectrophotographie.

Les phénomènes de la nature se manifestent à nous par des sensations qui ne sont autres que la transformation des impressions qu'ils produisent sur nos organes des sens. Mais ceux-ci sont imparfaits; ils ne sont impressionnés qu'entre des limites assez rapprochées dont on arrive à augmenter l'intervalle, de bien peu il est vrai, par l'emploi d'appareils appropriés. L'appareil photographique est l'un des plus précieux; il remplace notre meilleur organe d'observation : l'œil. C'est, nous l'avons déjà dit, un œil plus parfait, moins variable, et, ce qui est très important, ses impressions, qu'il conserve, sont indépendantes (au moins dans une certaine mesure) de celui qui l'utilise. L'œil photographique voit plus vite, plus loin et plus longtemps que le nôtre.

Ces qualités sont surtout appréciables en astro-

nomie, où l'introduction de la photographie a constitué un progrès aussi remarquable que l'invention de la lunette.

La photographie peut, dans les observatoires, être utilisée de manières diverses : elle permet d'enregistrer des phénomènes de faible durée et de donner des images d'étoiles, de nébuleuses, du soleil, des planètes, etc., sur lesquelles on peut effectuer, à tête reposée, toutes les mesures qu'on veut ; elle

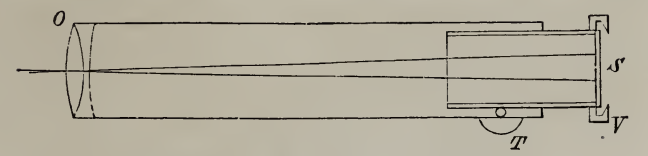


Fig. 103. — Télescope photographique.

permet enfin de reproduire le spectre des divers astres.

L'application la plus intéressante qui se poursuit à la fois d'un commun accord dans tous les pays de la terre est la confection de la carte du ciel, qui a été décidée par les Congrès astronomiques de 1887 et de 1889.

Le principe de la méthode employée est très simple. L'oculaire d'une lunette astronomique (fig. 103) est remplacé par une sorte de chambre noire V, qu'on peut à l'aide d'un bouton T éloigner plus ou moins de l'objectif O, de manière que celui-ci projette sur la plaque sensible S une image aussi nette que possible de la région du ciel qu'on veut reproduire. Le télescope photographique ainsi constitué est monté

équatorialement (fig. 104) ; il est placé sur un support que meut un mouvement d'horloge de manière à maintenir, pendant toute la durée de la pose, l'axe de

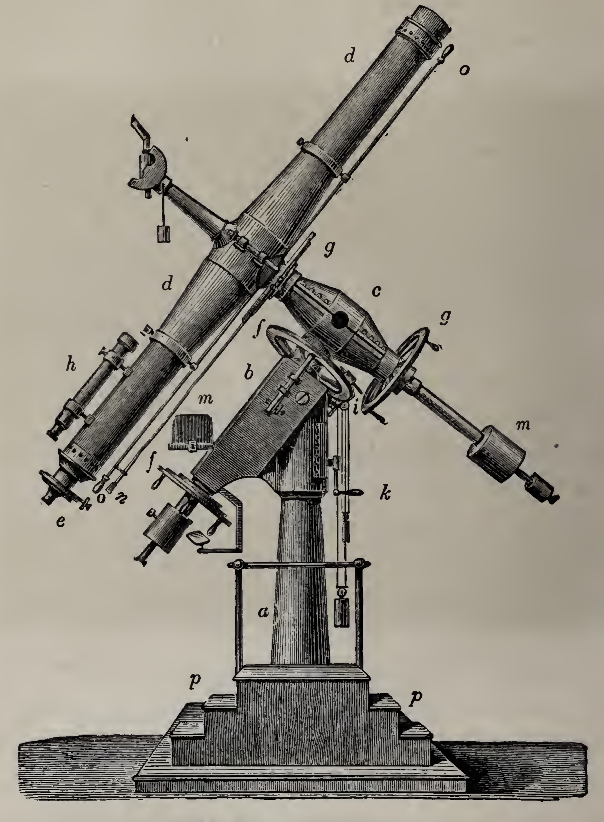


Fig. 104. — Télescope.

l'objectif et la plaque sensible immobiles par rapport aux étoiles qu'on photographie. La mise au point est faite sur l'étoile la plus brillante ; quant au

temps de pose, il varie de 1/200 de seconde à une heure vingt selon la grandeur de la pose ; plus celle-ci est longue, plus on obtient d'étoiles non visibles à l'œil nu, mais aussi moins nettes sont les étoiles les plus brillantes qui sont représentées par une

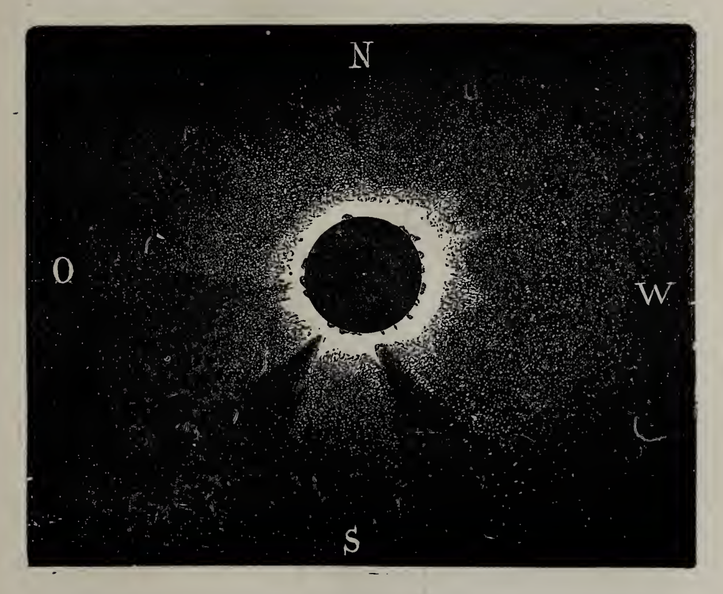


Fig. 105. — Vue de la couronne, d'après une photographie prise à Syracuse en 1870.

tache de diamètre d'autant plus grand. On pousse le développement de manière à n'avoir aucune trace de voile ou de coloration : la gélatine doit être, après le fixage, aussi transparente que le verre qui la supporte. Les étoiles se présentent sur de tels clichés sous forme d'un amas de petits points noirs ; si on se sert du microscope on aperçoit au milieu des

grains de bromure d'argent qui deviennent visibles à un grossissement suffisant, de petits points qui semblent correspondre à des astres trop petits pour impressionner complètement la plaque. Les épreuves ainsi obtenues se prêtent très bien aux mesures qui se font commodément à l'aide du macro-micromètre, construit par M. Gautier sur les indications des frères Henry.

Les premières photographies solaires furent obtenues, sur plaque daguerrienne, par Majocchi en 1842. Mais les premières épreuves réellement intéressantes sont dues à MM. Faye et Porro (1848); M. Faye à ce propos disait à l'Académie : « Supprimons l'observateur, remplaçons-le par la plaque daguerrienne. » H. Vogel obtint en 1870 des images de $0^m,105$ de diamètre; L. Rutherford en 1871 put distinguer nettement des jacules, des taches noires sur ses photographies solaires.

On ne peut se contenter du télescope photographique que nous avons décrit; les images seraient trop petites. Il faut placer un système agrandisseur représenté par la lentille L, qui projette sur la plaque sensible l'image agrandie de la première image S du soleil donnée par l'objectif O (fig. 106).

C'est ainsi qu'opère M. Janssen, à l'observatoire de Meudon, avec un objectif construit par Prasmowski. Un obturateur à guillotine placé dans le plan focal S de l'objectif, permet d'opérer avec un temps de pose aussi court qu'il faut : 1/500 à 1/6000 de seconde. M. Janssen a pu ainsi dès 1877 obtenir des images

du soleil ayant un diamètre de $0^{m},30$ qui montrent nettement le réseau photosphérique.

On emploie aussi des objectifs à très longue distance focale (10 mètres) qui permettent de se passer du système agrandisseur; c'est le dispositif dont s'est servi M. Laussedat pour observer l'éclipse de 1860.

Lorsqu'il s'agit de photographier la lune, de faire pour employer le terme consacré, de la *sélénéphotographie*, on n'a recours aux plaques au gélatinobromure que si l'on veut obtenir directement de grandes images ; quand on a l'intention de les agrandir, il est préférable de s'adresser au collodion pour éviter les inconvénients du grain présenté par les émulsions au gélatino-bromure. Les photographies lunaires sont des plus difficiles à réussir parce qu'on doit conduire le développement de manière à obtenir des détails dans les demi-teintes, détails dont l'intérêt est très grand. C'est Rutherford qui a obtenu de 1858 à 1870 les plus belles photographies lunaires à l'aide d'un télescope de Cassegrain d'abord et ensuite d'un objectif qu'il fit spécialement construire.

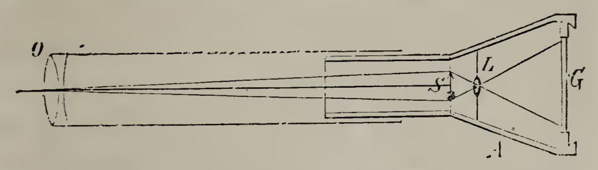


Fig. 106. — Télescope pour photographier les tâches du soleil.

La faible durée des éclipses de soleil et de lune fait que seule la photographie permet d'en obtenir de bonnes reproductions ; les plaques orthochromatiques au collodio-bromure ou, à défaut, au gélatino-

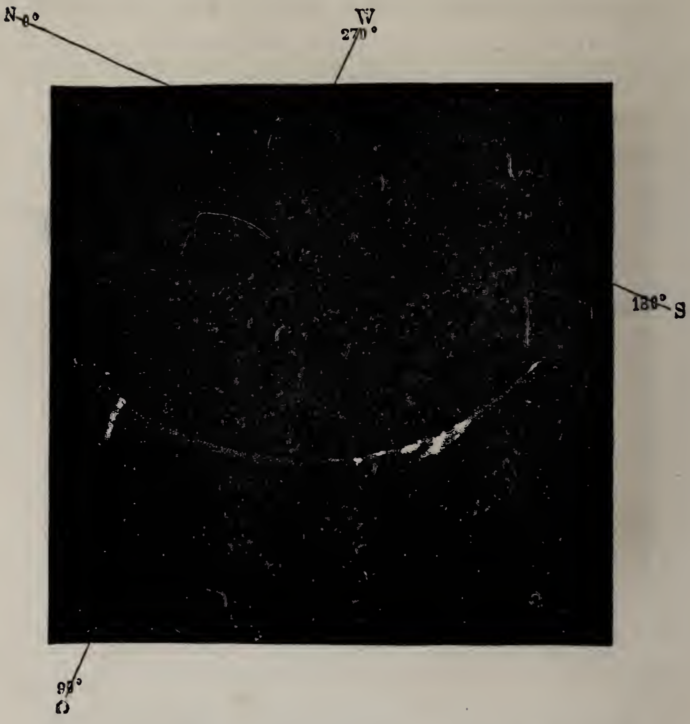


Fig. 107. — Eclipse totale de soleil du 18 août 1868, d'après une photographie du bord oriental, prise d'Aden.

bromure, doivent être préférées. Parmi les intéressantes photographies d'éclipses solaires citons celles de l'éclipse de 1851 obtenues par le R. P. Secchi sur daguerréotype; celles de l'éclipse de 1860 obte-

nues par MM. Foucault et Laussedat, celles de l'éclipse de 1868 obtenues par H. Vogel à Aden (fig. 107, 108, 109). Mais les plus belles photographies de la couronne solaire sont dues à Winlok et à Wipple (éclipse du 7 août 1869) ; depuis, M. Cornu

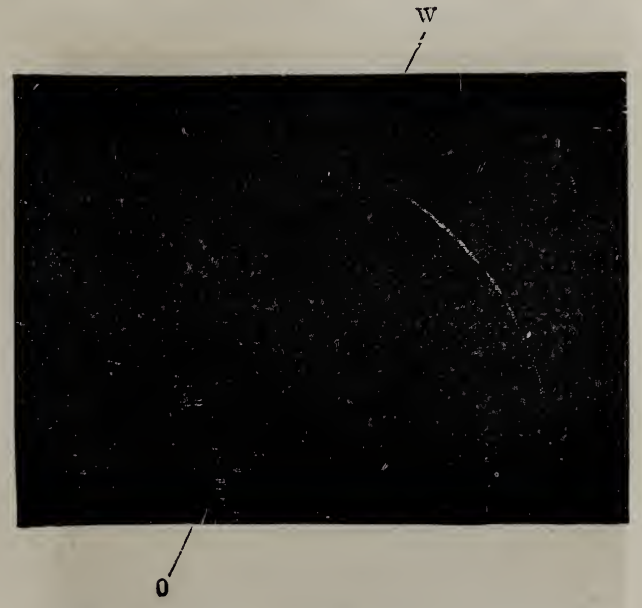


Fig. 108. — Eclipse de 1868, d'après une photographie du bord occidental, prise d'Aden.

a photographié l'éclipse partielle du 26 mai 1873, M. Janssen l'éclipse de mai 1887 ; M. La Baume Pluvinel, celle du 22 décembre 1889.

Quant à la photographie des éclipses de lune, elle n'a été tentée qu'un petit nombre de fois et n'a donné lieu à aucune observation bien intéressante.

Les radiations émises par les planètes sont bien moins photogéniques que celles qui viennent des étoiles ; en outre, leur faible diamètre apparent a pour effet de ne donner que des images très petites.

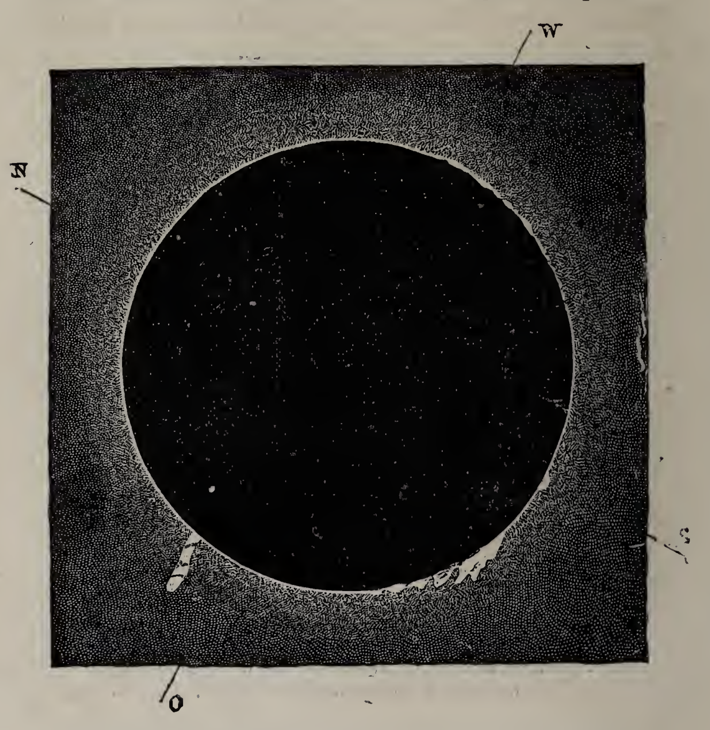


Fig. 109. — Eclipse de 1868, d'après une photographie prise dans l'Inde anglaise.

Ces causes rendent très difficile la reproduction photographique des planètes qu'on ne peut essayer que par une atmosphère très tranquille et avec des instruments à longue distance focale et à mouvement

très bien réglé. Aussi possède-t-on peu de photographies de planètes ; il en est de même des comètes dont le peu de brillant est une cause d'insuccès.

Quand on veut photographier le spectre de la lumière émise par une étoile, il suffit de faire subir au télescope photographique de légères modifications destinées à placer un prisme convenable sur le trajet des rayons lumineux ; mais on rencontre en pratique un certain nombre de difficultés, provenant surtout des pertes de lumière, difficultés d'autant plus marquées qu'on emploie un plus grand instrument. Elles ont été vaincues en grande partie par M. Deslandres qui opérait à l'observatoire de Paris, avec le grand télescope de 120 centimètres de diamètre. Il s'est servi d'un spectroscope à fente étroite, celle-ci étant placée dans le plan focal de l'objectif ; et recevant sur sa moitié supérieure la lumière venant d'une source de comparaison; l'étoile était dirigée et maintenue sur la fente, tout à côté de la source, grâce à un dispositif assez complexe.

Une des méthodes les plus curieuses pour reproduire une région du ciel a été proposée par M. Zenger, de l'observatoire de Prague : il place pendant un temps variable dans le plan focal d'une lunette astronomique une plaque recouverte uniformément d'une substance phosphorescente (sulfure de calcium); puis, aussitôt après la pose, dans l'obscurité la plus complète, il place cette plaque contre une plaque semblable au gélatino-bromure, la face sensible étant en regard de la face phosphorescente.

Après un contact de plusieurs heures ou de plusieurs jours au besoin, il suffit de révéler la plaque sensible pour y trouver l'image de la région du ciel qu'on aurait eue si on avait exposé directement la plaque au foyer du télescope, image qui aurait dans ces conditions exigé un temps de pose beaucoup plus long que n'a duré l'exposition de la plaque phosphorescente.

CHAPITRE XX

L'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE

Baromètre et thermomètre enregistreurs. — Phénomènes électriques et magnétiques de l'atmosphère. — Applications de la photographie à la physique.

La photographie fournit le procédé d'enregistrement le plus pratique ; elle fixe les phénomènes les plus divers dans une quelconque de leurs phases ou dans leurs phases successives et, sur l'image ainsi obtenue, on peut effectuer, à loisir, en y consacrant le temps nécessaire, toutes les mesures dont on a besoin.

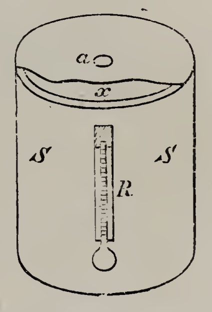


Fig. 110. — Dispositit pour enregistrer photographiquement les hauteurs du thermomètre.

C'est sir Francis Ronalds qui a le premier construit des thermomètres et des baromètres à enregistrement photographique ; le même procédé peut d'ailleurs être utilisé à enregistrer les variations de niveau d'une colonne liquide quelconque. Il consiste à faire tourner autour de l'axe de l'instrument représenté en R sur la figure 110,

un tambour, sorte de cylindre creux, à l'intérieur duquel est tendue une feuille de papier sensible et percé d'une fente étroite, verticale. Celle-ci laisse pénétrer la lumière concentrée au besoin par un système convenable de miroirs et de lentilles, sur la colonne liquide, dont l'ombre est ainsi imprimée à

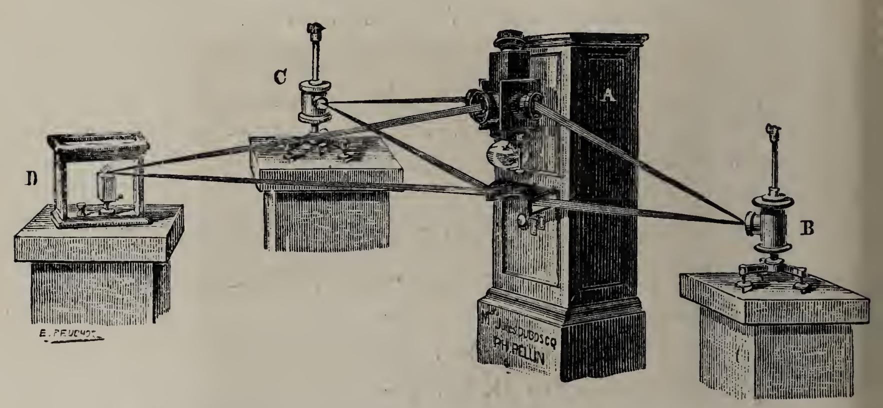


Fig. 111. — Enregistreur magnétique Mascart.

chaque instant sur la feuille sensible qui enregistre ses variations de niveau.

Un dispositif analogue peut être employé pour fixer les variations de température; Ronalds et, plus tard, Salleron employaient de préférence, dans ce but, un thermomètre différentiel, en forme de U, renfermant du mercure.

Les phénomènes électriques de l'atmosphère sont aussi aisément notés : Ronalds se servait d'un électroscope dont les feuilles d'or réfléchissant un faisceau lumineux traçaient sur le papier sensible

deux courbes dont l'écartement mesurait à chaque instant l'état électrique de l'atmosphère.

Les variations du magnétisme terrestre sont fixées au moyen d'un dispositif peu différent : les barreaux aimantés sont munis de petits miroirs. M. Mascart a perfectionné ces divers appareils de façon à pou-

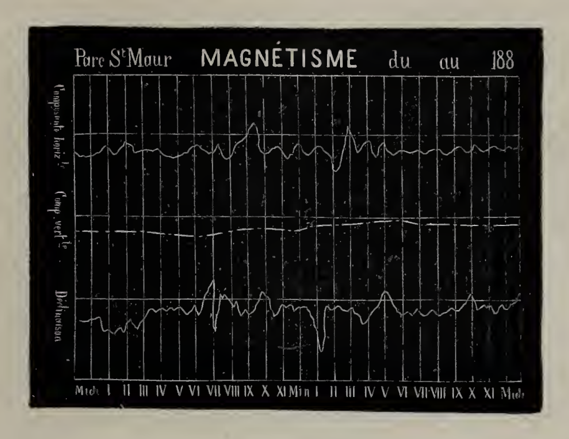


Fig. 112. — Spécimen d'enregistrement photographique.

voir enregistrer à la fois au moyen d'un seul instrument, occupant le moins de place possible, la déclinaison, la composante horizontale et la composante verticale du magnétisme terrestre (fig. 111 et 112).

Les moindres mouvements de la terre peuvent être notés, grâce à un dispositif très simple, dû à M. Wolff ; un bain de mercure placé à l'une des extrémités d'un long tunnel percé profondément dans la terre, réfléchit un point lumineux qu'un

système de miroirs fixes réfléchit aussi à l'autre extrémité du tunnel. Si la terre est immobile, les deux images ainsi réfléchies sur une pellicule sensible coïncident ; elles sont au contraire séparées dès que la moindre oscillation se produit.

Nous ne continuerons pas cette énumération des divers phénomènes que la photographie peut enregistrer ; cette énumération serait trop longue et trop technique ; nous nous contenterons de dire que c'est cet enregistrement durable des phénomènes qui est la base de la plupart des nombreuses applications de la photographie aux sciences physiques[1].

(1) Voir G.-H. Niewenglowski. *Applications scientifiques de la photographie.* (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire Léauté.)

CHAPITRE XXI

LA PHOTOGRAPHIE MILITAIRE

Application de la photographie à l'art militaire : 1° en temps de paix : photocartographie; étude du mouvement des projectiles; — 2° en temps de guerre : photographie en ballon; téléphotographie.

L'art militaire a demandé à la photographie, comme aux autres branches de la science ou de l'industrie, un concours des plus actifs. Nous passerons rapidement en revue les applications qu'elle peut lui demander en temps de paix et en temps de guerre.

Les intervalles, heureusement de plus en plus longs, qui séparent aujourd'hui deux guerres consécutives, sont employés à étudier et à perfectionner les divers moyens qu'on utilisera à la prochaine guerre.

Nous passerons sous silence l'application de la photographie à la reproduction de certains documents tels que : modèles d'armes, d'équipement, etc., pour arriver au grand rôle qu'elle joue dans l'établissement des cartes, qui se fait, grâce aux méthodes de la métrophotographie, dues pour la plupart au colonel Laussedat et à son collaborateur le commandant Javary.

La métrophotographie est basée sur ce fait que nous avons déjà indiqué, que l'objectif donne sur la plaque sensible une perspective exacte des objets photographiés. Il suffit, pour pouvoir construire une

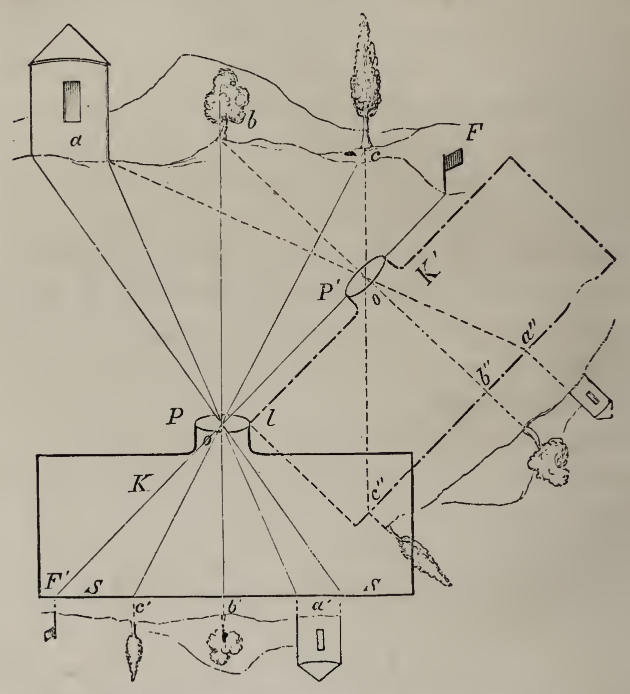


Fig. 113. — Epure d'une carte topographique tracée par la photographie.

carte, de prendre deux photographies de points de vue P et P′ (fig. 113) différents dont on connaît la distance. En opérant ainsi on évite les mesures d'angles si longues et si pénibles, quand on n'a pas recours à la photographie. Soient a' b' c' ; a'' b'' c'' ;

les images de trois objets *a*, *b*, *c*, photographiés des deux stations P et P′. Si nous supposons que l'on rabatte les deux plaques, c'est-à-dire que, les faisant tourner autour de leur bord inférieur, on les amène de la position verticale à la position horizontale, il suffit de joindre les points a', b', c'... a'', b'', c'' aux positions occupées dans les deux cas par le centre optique O de l'objectif et de prolonger les droites ainsi obtenues $a'O$, $b'O$, $c'O$; $a''O$, $b''O$, $c''O$, jusqu'à leurs rencontres respectives pour retrouver les points *a*, *b*, *c*, de l'objet. Ces opérations, qui se font sur le papier, ont permis d'obtenir une restitution géométrique de l'objet, tandis que, quand nous examinons une image photographique ou un tableau, nous obtenons une restitution visuelle.

Tels sont les principes du levé des plans par la photographie qu'on applique à l'établissement des cartes ; quand une carte est établie, la photographie intervient encore pour en permettre, grâce aux phototirages mécaniques, la multiplication à un prix de revient très peu élevé. C'est ainsi qu'une feuille de la carte d'Algérie à l'échelle 1/50000 revenait à 5,000 francs avant l'emploi de la photographie : les planches étaient gravées à la main et, malgré un nombre assez grand de graveurs, on ne parvenait pas à graver chaque année les planches levées dans l'année sur le terrain ; grâce à l'intervention de la photographie, chaque feuille ne revient plus qu'à 2,000 francs et peut être publiée moins d'un

an après l'achèvement du travail sur le terrain.

Outre l'établissement des cartes, la photographie rend, en temps de paix, à l'art militaire de grands services en permettant l'étude du mouvement des projectiles. Les méthodes chronophotographiques que nous avons passées en revue ne permettent pas une instantanéité suffisante. Bien qu'Anschutz ait pu photographier des projectiles en mouvement à la lumière du jour, grâce à l'emploi d'un obturateur de plaque, il faut recourir à l'étincelle électrique pour obtenir des intermittences lumineuses assez rapides ; c'est le procédé qu'ont employé MM. Mach et Salcher, M. Gleanes et surtout M. Boys. Quand la vitesse du projectile est assez grande, on remarque sur les négatifs ainsi obtenus, des sortes de nuages formant traînée derrière le projectile, analogues à celles que laisse à la surface de l'eau un bateau animé d'une grande vitesse.

Une méthode assez curieuse a été proposée par M. F. Neesen : la plaque sensible est placée à l'intérieur de l'obus dont la paroi est percée, en face de la plaque, d'un petit trou de $0^{mm},5$ de diamètre. La lumière solaire arrivant à travers ce petit trou sur la plaque, y dessine une série de courbes dont la forme est en rapport avec les mouvements du projectile.

En temps de guerre, la photographie proprement dite ne peut être que d'une très faible utilité dans les préliminaires du combat aussi bien que dans le combat lui-même. Il n'en est pas de même de la photographie en ballon ; c'est en 1856 que fut faite

par M. Nadar, la première photographie aérostatique ; il avait employé le collodion et l'épreuve obtenue était défectueuse, mais suffisante pour montrer la possibilité d'opérer dans ces conditions ; il put d'ailleurs, deux ans plus tard, obtenir, de la nacelle d'un ballon captif, une vue nette des environs de l'Arc de Triomphe. Depuis, M. Dagron, en 1878, à Paris, M. Desmarets, en 1880, à Rouen ; M. Shadbolt, en 1883, à Londres, firent des essais ; mais ce n'est qu'en 1885 avec MM. Tissandier et Ducom qu'on eut des épreuves réellement nettes. Dès lors la photographie en ballon se généralise ; les écoles aérostatiques d'Arras et de Versailles se livrent à des études sur le sujet ; on imagine divers supports pour la chambre noire. On recherche même, mais sans succès véritable à remplacer le ballon par le cerf-volant.

Mais si nous examinons le point de vue militaire, nous voyons qu'un ballon devant être maintenu à au moins 6 à 7 kilomètres des batteries ennemies, la photographie ordinaire ne peut donner d'images à cette distance, c'est ce qui a engagé à chercher à obtenir des photographies de dimensions suffisantes à de telles distances. La première solution qui se présente est d'employer un objectif à distance focale très grande ; mais, pour avoir un grossissement appréciable, on est entraîné à de trop grandes dimensions ; aussi faut-il chercher ailleurs la solution du problème. Elle est contenue en germe dans les télémétrographes que le colonel Laussedat

avait installés pendant l'investissement de Paris, en 1870-1871 ; une chambre claire placée derrière l'oculaire d'une lunette terrestre, permettait de dessiner les travaux et les positions de l'armée allemande. Il n'y avait qu'à remplacer la chambre claire par un appareil photographique pour pouvoir photographier à de grandes distances ; c'est ce que fit M. Lacombe, en 1886. Les images ainsi obtenues manquaient de netteté, par suite d'un centrage défectueux des différents verres.

Aussi a-t-on construit des appareils spéciaux, qu'on a appelé télé-objectifs destinés à donner directement sur la plaque sensible l'image agrandie d'objets éloignés. Les télé-objectifs, comprennent généralement un objectif simple à long foyer qui donne une première image des objets ; cette image est agrandie par un système de verres analogues aux oculaires, mais disposés de manière à donner une image réelle et non une image virtuelle comme dans les lunettes. Il existe un grand nombre de modèles de ces télé-objectifs : ceux de M. Jarret et de M. Derogy, les premiers construits, donnent de très bons résultats (fig. 114).

La téléphotographie comprend en réalité deux problèmes ; le premier est résolu par l'emploi des télé-objectifs ; le second paraît possible théoriquement, mais n'a encore pu être mis en pratique : il s'agirait de pouvoir photographier des objets à très grande distance, complètement invisibles à nos yeux armés des plus puissantes lunettes, soit à cause

d'obstacles, soit à cause d'une distance exagérée.

M. Marcel Brillouin qui, après avoir étudié tous les détails, conclut que le problème peut être résolu, le pose ainsi :

« Un objet quelconque, paysage, figure ou ta-
« bleau, vivement éclairé est placé devant une

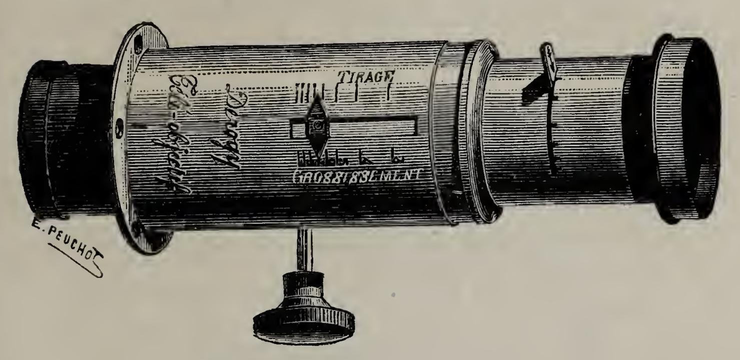


Fig. 114. — Télé-objectif Derogy.

« lunette qui projette une image réelle sur un appa-
« reil transmetteur convenable. Le transmetteur
« est relié par des fils conducteurs de l'électricité à
« un récepteur éloigné, au moyen duquel une image
« réelle, semblable à l'image fournie par l'objectif
« au départ, est décrite en quelques minutes sur la
« surface d'une plaque photographique qu'on déve-
« loppe ensuite à la manière ordinaire [1]. »

Après la découverte de la photographie des couleurs, par M. Lippmann et du cinématographe, par MM. Lumière, un tel appareil ne peut manquer d'être bientôt réalisé.

(1) *Revue générale des sciences*, 30 janvier 1891.

CHAPITRE XXII

LA PHOTOGRAPHIE ET LES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Microphotographie. — Photographie des cavités internes de l'organisme : oreille, vessie, œil, larynx.

Outre les applications que l'on pourrait en quelque sorte appeler banales, la photographie est appelée à rendre de grands services au naturaliste et au médecin. Non seulement elle permet au premier de reproduire des squelettes, des plantes, au second de fixer chaque jour l'image de certaines lésions dont il veut suivre l'évolution attentivement, mais encore elle leur permet de se livrer à des applications plus spéciales.

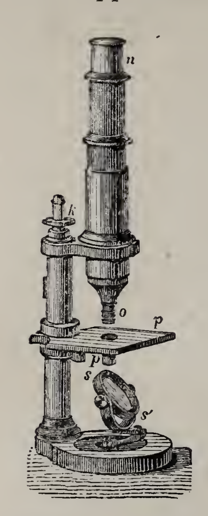


Fig. 115. — Microscope.

L'une des plus importantes est la microphotographie. Le microscope ordinaire (fig. 115) donne une image virtuelle agrandie de l'objet examiné ; or une telle image virtuelle ne peut être photographiée ; il faut la transformer en image réelle. C'est

ce qu'on peut obtenir de diverses manières :

Le plus simple est de supprimer l'oculaire du microscope pour se servir uniquement de l'objectif comme d'un objectif photographique ordinaire ; mais on ne peut obtenir ainsi que des images assez petites ; c'est pourquoi on a en général recours à d'autres combinaisons. L'une d'elles consiste à uti-

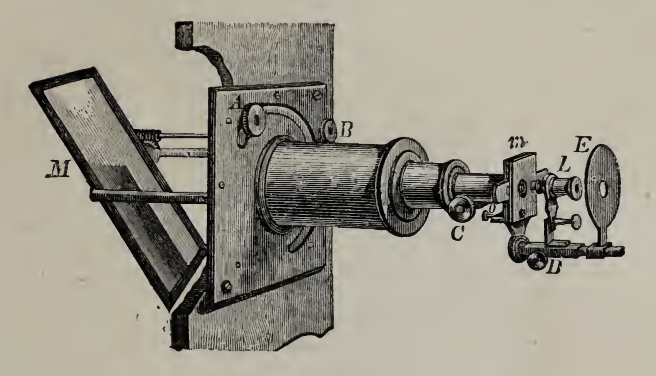


Fig. 116. — Microscope solaire.

liser le microscope solaire (fig. 116) pour projeter l'image sur la plaque sensible ; une autre consiste à conserver l'oculaire et à le reculer de manière à avoir une image réelle.

Quel que soit le dispositif employé, on a finalement transformé tout le système optique en un micro-objectif, c'est-à-dire en un système donnant des images réelles photographiables.

On rencontre dans la pratique microphotographique un certain nombre de difficultés, ayant trait notamment aux couleurs des préparations ; aussi

l'usage de plaques orthochromatiques et d'écrans

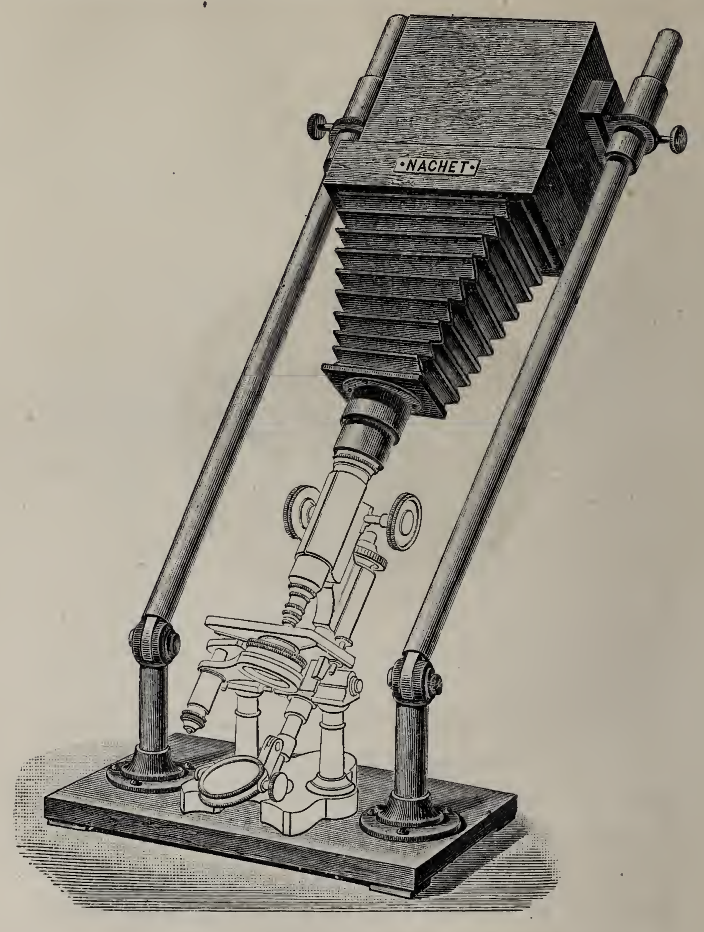


Fig. 117. — Appareil microphotographique.

colorés est-il indispensable. Les épreuves micro-
photographiques reproduisent en blanc et noir les

préparations colorées ; MM. A. et L. Lumière ont imaginé un procédé très ingénieux qui permet de donner aux positifs microphotographiques des colorations semblables à celles des préparations.

Si la photographie ordinaire et la microphotographie rendent journellement de grands services à l'anatomiste, le physiologiste peut aussi tirer grand

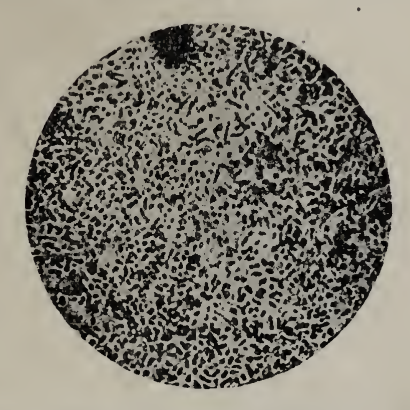


Fig. 118. — Microphotographie (microbe de l'influenza).

profit de son emploi. C'est grâce à la chronophotographie qu'il peut étudier la physiologie du mouvement ; c'est aussi grâce à elle que le médecin peut se rendre un compte exact des diverses phases d'une attaque d'hystérie ou autre. La physiologie et la médecine emploient un grand nombre d'appareils enregistreurs ; Czermack a, le premier, en 1860, eu l'idée de leur appliquer la photographie ; les dispositifs que l'on peut employer ne diffèrent guère de ceux que nous avons déjà vus.

Mais c'est surtout la photographie des cavités internes de l'organisme qui peut donner d'utiles renseignements au médecin aussi bien qu'au physiologiste. On rencontre là d'assez grandes difficultés provenant surtout de l'éclairage nécessaire, de la profondeur de ces organes, des reflets lumineux qu'ils donnent (œil), etc. ; aussi, malgré le vif inté-

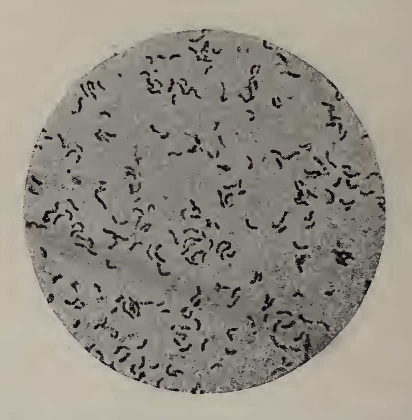


Fig. 119. — Microphotographie (microbe du choléra).

rêt qu'elles présentent, ces recherches sont-elles peu nombreuses.

L'une des cavités les plus aisées à reproduire est celle de l'oreille ; le premier appareil construit dans ce but, est l'otoscope du D[r] Stein, de Francfort-sur-le-Mein (fig. 117). Il se compose d'un tube conique A qu'on engage dans l'oreille de l'appareil photographique proprement dit muni de son objectif C et de l'appareil d'éclairage B, dont la lumière est renvoyée dans la direction voulue par le miroir *egf*,

percé en son milieu d'un trou destiné au passage des rayons lumineux qui forment l'image.

La photographie de l'intérieur de la vessie est, à cause de la profonde situation de cet organe, très difficile. Néanmoins le Dr Stein a pu, en adaptant l'endoscope de Désormeaux à un appareil photographique, obtenir de bons résultats ; Küntner en a eu

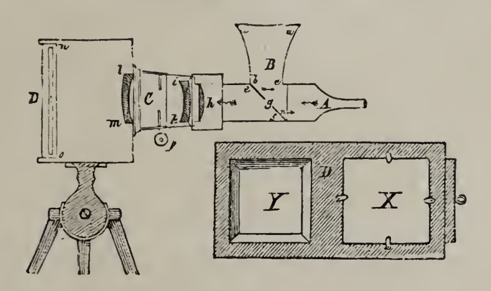


Fig. 120. — Otoscope.

de plus satisfaisants en se servant d'un cystoscope de Nitze ; il a pu aussi photographier, à l'aide d'un gastroscope et d'un rectoscope, l'intérieur de l'estomac et celui du rectum.

De nombreux ophtalmologistes ont cherché à fixer l'image du fond de l'œil, mais on rencontre de très grandes difficultés ; il faudrait opérer avec une pose très courte et, par suite, un éclairage très intense, pour éviter les reflets produits par la cornée. Les premiers résultats dus à MM. Jackmann et Webster, en 1886, furent imparfaits et ce n'est qu'en 1891 que Gerloff obtint le premier de bonnes photographies du fond de l'œil humain. Depuis, grâce à un dispo-

sitif très ingénieux et à l'emploi d'un éclair magnésien, le Dr Th. Guilloz, de Nancy, obtient couramment des épreuves instantanées bien supérieures à celles de Gerloff.

La photographie a enfin permis, avec l'aide du laryngoscope, d'étudier les modifications que subissent les cordes vocales et les différentes parties du larynx, pendant la phonation.

CHAPITRE XXIII

LES APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE A LA DÉCORATION

Vitraux et émaux photographiques. — Phototeinture.

La photographie rend de grands services aux arts décoratifs en permettant une production plus rapide, plus économique et plus régulière que le travail à la main ; il semble malheureusement que ces applications ne se soient pas développées autant qu'on pouvait s'y attendre. Nous voulons parler des vitraux, des émaux, de la décoration de la porcelaine, des métaux, des étoffes, etc. ; nous nous proposons de passer rapidement en revue les divers procédés employés dans ces applications particulières.

Les verres employés pour les vitraux sont de trois sortes : les verres blancs, les verres colorés dans la masse et les verres doubles formés de deux verres colorés superposés.

Les premiers sont les plus employés ; un des procédés les plus simples consiste à faire usage d'un papier analogue au papier au charbon, mais recouvert de poudre d'émail vitrifiable ; on le sensibilise au bichromate et on l'expose derrière un néga-

tif comme dans le procédé au charbon; seulement on transporte l'image pour la dépouiller dans un bain d'eau chaude à 45° sur un verre. On obtient ainsi un positif par transparence qu'on a soin de passer dans un bain d'alun et qu'on saupoudre, une fois sec, d'un mélange de borax et de silicate de potassium pulvérisés. Il n'y a plus alors qu'à procéder à la cuisson, dans un four d'émailleur, à l'abri de tout courant d'air, pour détruire la gélatine et les matières organiques; la poudre d'émail se vitrifie et on obtient un beau vitrail au sortir du four.

Un autre procédé, dû à Tessié du Mothay et à Maréchal est aussi utilisé pour la confection des émaux; la glace est recouverte d'une pellicule de collodion sensible sur laquelle on produit une image très riche en argent, d'après un cliché négatif; on remplace l'argent par un mélange d'or ou de platine, en faisant séjourner la plaque dans un bain de virage convenable; on la lave, la fixe dans une solution de cyanure de potassium et on la recouvre d'un vernis. La plaque est alors soumise au feu du moufle qui, brûlant le collodion, met à nu les métaux; à ce moment on la recouvre d'un fondant qu'on vitrifie par une nouvelle cuisson.

On peut encore recouvrir le verre d'une couche de vernis au bitume qu'on insole derrière un négatif; on dissout les parties non impressionnées dans de l'essence de térébenthine; le verre ainsi mis à nu peut être gravé par les vapeurs d'acide fluorhydrique; ce procédé peut être notamment employé

avec les verres doubles et permet d'obtenir une image monochrome sur un fond d'une teinte différente.

Les verres colorés dans la masse, à l'oxydule de cuivre par exemple, tels que les verres rouges des laboratoires de photographie, sont utilisés en reportant à leur surface une image négative sur collodion ; après avoir produit sa dessiccation, on la recouvre d'une légère couche de terre de pipe et on porte la glace dans un four à moufle chauffé à 500°. La décomposition de l'oxydule de cuivre par les sels d'argent, donne une image négative par transparence, positive par réflexion.

Les émaux photographiques peuvent s'obtenir soit par le procédé de Tessié du Mothay et Maréchal, soit à l'aide d'un papier gélatiné préparé aux poudres vitrifiables, exactement comme les vitraux, avec cette seule différence que l'image est transportée sur une plaque d'émail; on ne peut employer pour préparer le papier, toutes les sortes de gélatine : la plupart donnent pendant la cuisson, un boursouflement qui cause de nombreux insuccès. Un habile photographe de Nevers, M. Guérot, est récemment parvenu, par un mélange convenable de gélatine, à préparer un papier dit *photo-céramique* qui ne présente pas cet inconvénient.

On peut aussi employer une méthode analogue au procédé par saupoudrage de MM. Garnier et Salomon, dont nous avons parlé dans le chapitre VIII; la seule variante consiste à employer des poudres

d'émail mélangées de fondants convenables et à soumettre la plaque à la cuisson.

Un procédé plus rarement employé est la lithocéramique qui consiste à tirer sur verre ou sur émail une photoencrographie avec une encre composée uniquement de vernis fort lithographique, sans matière colorante ; un ouvrier étend, après le tirage, la poudre d'émail à la surface de l'image ; quand celle-ci est uniformément saupoudrée, on enlève la poudre qui a pu adhérer par hasard sur les blancs et on procède à la cuisson.

La décoration photographique des métaux se fait exactement comme la phototypographie au bitume de Judée, il suffit seulement de choisir un mordant approprié à chaque métal : l'acide azotique étendu d'eau pour le zinc ; le perchlorure de fer à 45° additionné d'acide chlorhydrique pour le bronze et le cuivre, l'acide azotique pur pour l'acier, l'acide chlorhydrique pour l'aluminium, l'eau régale pour l'or et le platine, etc.

On a fait de nombreuses recherches pour appliquer la photographie à l'impression des étoffes ; les plus intéressantes ont conduit M. A. Villain à un ingénieux procédé de phototeinture. Il est basé sur la propriété qu'ont les sels de chrome de se transformer et de se fixer à l'état de mordant sur les tissus, sous l'action de la lumière et permet d'obtenir des images de teintes diverses et très stables ; M. Villain a obtenu un mordant plus énergique en additionnant le bichromate de métavanadate d'ammo-

nium ; il emploie comme matières colorantes des dérivés de la dioxyanthraquinone. Le prix de revient est minime ; la teinture de 10 à 12 kilogrammes de tissus, représentant la valeur de 1500 à 2000 épreuves 13/18 revenant à 4 francs au minimum.

CONCLUSION

Après avoir passé en revue, comme nous venons de le faire rapidement, la plupart des multiples applications de la photographie, on est étonné de la défaveur — si on peut s'exprimer ainsi — qui jusqu'à ces derniers temps s'est attachée à tous les disciples de Daguerre, défaveur qui n'a d'ailleurs pas entièrement disparu, du moins en France ; on est étonné des sarcasmes et des tracasseries que rencontra de la part de la plupart des savants M. Janssen lorsqu'il voulut introduire officiellement la photographie à l'observatoire de Meudon ; il a dû, pour y parvenir, employer tout le courage et toute l'énergie dont il fait preuve chaque fois qu'il fait l'ascension du Mont-Blanc.

C'est parce que la plupart de ceux qui auraient dû protéger la photographie en France, non contents de s'en désintéresser, n'ont fait que la railler et faire preuve de mauvais vouloir envers elle, que l'enseignement photographique est encore à créer chez nous tandis qu'il existe, et dans d'excellentes

conditions, à l'étranger. Aussi, si c'est en France que la photographie est née et a fait ses plus grands progrès, c'est à l'étranger que nous sommes le plus obligés d'avoir recours pour avoir les meilleurs instruments.

C'est pourquoi, vu les obstacles accumulés jusqu'à ce jour contre la photographie, ce n'est qu'à force de volonté, de persévérance, que les savants praticiens qui lui consacrent leurs veilles ont pu l'amener au degré où nous la voyons et créer les rares institutions qui lui sont actuellement consacrées. Parmi elles, l'une des plus intéressantes et des plus utiles est certainement le Musée des photographies documentaires, dû à l'initiative de M. Léon Vidal, et dont le siège est actuellement au Cercle de la librairie, à Paris. Le but poursuivi est la centralisation de tous les documents scientifiques, artistiques ou autres, obtenus par la photographie, dans un local où ils sont classés méthodiquement et où les intéressés peuvent les consulter.

Nous serions heureux que la lecture de ce volume contribuât pour une part, si modeste fût-elle, à éloigner complètement cette sorte d'antipathie que Daguerre lui-même a rencontrée, puisque sa femme émue de ses allures étranges, alla demander à J.-B. Dumas si son mari n'était pas fou de chercher à fixer les images fuyantes de la chambre obscure et s'il n'y avait pas lieu de l'interdire ?

Cependant, depuis la découverte de M. G. Lippmann, bien des laboratoires dont les portes avaient

jusque-là été fermées à la photographie, ont fini par lui réserver une place. Il reste encore beaucoup à faire et il est temps de s'en occuper sérieusement si on veut que la science et l'industrie photographique française gardent le premier rang qu'elles ont eu jusqu'à présent.

TABLE DES MATIÈRES

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET C[ie]

FÉLIX ALCAN, Éditeur

PHILOSOPHIE — HISTOIRE

CATALOGUE

DES

Livres de Fonds

On peut se procurer tous les ouvrages qui se trouvent dans ce Catalogue par l'intermédiaire des libraires de France et de l'Étranger.

On peut également les recevoir franco *par la poste, sans augmentation des prix désignés, en joignant à la demande des* TIMBRES-POSTE FRANÇAIS *ou un* MANDAT *sur Paris.*

PARIS

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille.

MAI 1896

Les titres précédés d'un *astérisque* sont recommandés par le Ministère de l'Instruction publique pour les Bibliothèques des élèves et des professeurs et pour les distributions de prix des lycées et collèges.

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-12, brochés, à 2 fr. 50.

Cartonnés toile, 3 francs. — En demi-reliure, plats papier, 4 francs.
(Quelques-uns de ces volumes sont épuisés, et il n'en reste que peu d'exemplaires imprimés sur papier vélin ; ces volumes sont annoncés au prix de 5 francs.)

ALAUX, professeur à la Faculté des lettres d'Alger. **Philosophie de M. Cousin.**
ALLIER (R.). ***La Philosophie d'Ernest Renan.** 1895.
ARRÉAT (L.). * **La Morale dans le drame, l'épopée et le roman.** 2e édition.
— ***Mémoire et imagination** (Peintres, Musiciens, Poètes, Orateurs). 1895.
AUBER (Ed.). **Philosophie de la médecine.**
BALLET (G.), professeur agrégé à la Faculté de médecine. **Le Langage intérieur** et les diverses formes de l'aphasie, avec figures dans le texte. 2e édit.
BARTHÉLEMY-SAINT-HILAIRE, de l'Institut. * **De la Métaphysique.**
BEAUSSIRE, de l'Institut. * **Antécédents de l'hégélianisme dans la philosophie française.**
BERSOT (Ernest), de l'Institut. * **Libre philosophie.**
BERTAULD, sénateur. * **L'Ordre social et l'Ordre moral.**
— **De la Philosophie sociale.**
BERTRAND (A.), professeur à la Faculté des lettres de Lyon. **La Psychologie de l'effort et les doctrines contemporaines.**
BINET (A.), directeur du lab. de psych. physiol. de la Sorbonne. **La Psychologie du raisonnement**, expériences par l'hypnotisme. 2e édit.
— Avec la collaboration de MM. PHILIPPE, COURTIER et V. HENRI. **Introduction à la psychologie expérimentale.** 1894.
BRIDEL (Louis), professeur à la Faculté de droit de Genève. **Le Droit des Femmes et le Mariage.**
BOST. **Le Protestantisme libéral.** Papier vélin. 5 fr.
BOUGLÉ, agrégé de l'Université. **Les Sciences sociales en Allemagne,** les méthodes actuelles. 1895.
BOUTROUX professeur à la Sorbonne. **De la contingence des lois de la nature.** 2e édit. 1896.
CARUS (P.). * **Le Problème de la conscience du moi,** avec gravures, traduit de l'anglais par M. A. Monod.
COIGNET (Mme) **La Morale indépendante.** 5 fr.
CONTA (B.). ***Les Fondements de la métaphysique,** trad. du roumain par D. TESCANU.
COQUEREL FILS (Ath.). **Transformations histor. du christian.** Papier vélin. 5 fr.
— **Histoire du Credo.** 5 fr.
— **La Conscience et la Foi.**
COSTE (Ad.). ***Les Conditions sociales du bonheur et de la force.**
DELBŒUF (J.), prof. à l'Université de Liège. **La Matière brute et la Matière vivante.**
DANVILLE (Gaston). **Psychologie de l'amour.** 1894.
DUGAS, docteur ès lettres, agrégé de l'Université. **Le Psittacisme et la pensée symbolique.** 1896.
DUMAS (G.), agrégé de philosophie. ***Les états intellectuels dans la Mélancolie.** 1894.
DUNAN, prof. au collège Stanislas. **La théorie psychologique de l'Espace.** 1895.
DURKHEIM (Émile), prof. à la Faculté des lettres de Bordeaux. **Les règles de la méthode sociologique.** 1895.
ESPINAS (A.), professeur à la Sorbonne. * **La Philosophie expérimentale en Italie.**
FAIVRE (E.). **De la Variabilité des espèces.**
FÉRÉ (Ch.). **Sensation et Mouvement.** Étude de psycho-mécanique, avec figures.
— **Dégénérescence et Criminalité,** avec figures. 2e édit.
FONSEGRIVE, professeur au lycée Buffon. **La Causalité efficiente.** 1893.
FONTANÈS. **Le Christianisme moderne.** Papier vélin. 5 fr.
FONVIELLE (W. de). **L'Astronomie moderne.**
FRANCK (Ad.), de l'Institut. * **Philosophie du droit pénal.** 4e édit.
— **Des Rapports de la Religion et de l'État.** 2e édit.
— **La Philosophie mystique en France au XVIIIe siècle.**

Suite de la *Bibliotheque de philosophie contemporaine*, format in-12, à 2 fr. 50 le vol.

GAUCKLER. **Le Beau et son histoire.**
GREEF (de). **Les Lois sociologiques.** 2e édit.
GUYAU. ***La Genèse de l'idée de temps.**
HARTMANN (E. de). **La Religion de l'avenir.** 4e édit.
— **Le Darwinisme,** ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine. 5e édit.
HERBERT SPENCER. * **Classification des sciences.** 4e édit.
— **L'Individu contre l'État.** 4e édit.
JAELL (Mme). **La Musique et la psycho-physiologie.** 1895.
JANET (Paul), de l'Institut. * **Le Matérialisme contemporain.** 5e édit.
— * **Philosophie de la Révolution française.** 5e édit.
— * **Saint-Simon et le Saint-Simonisme.**
— * **Les Origines du socialisme contemporain.** 2e édit. 1892.
— * **La Philosophie de Lamennais.**
LACHELIER, inspecteur général de l'Instruction publique. **Du fondement de l'induction suivi de psychologie et métaphysique.** 2e édit. 1896.
LANESSAN (J.-L. de). **La Morale des philosophes chinois.** 1896.
LANGE, professeur à l'Université de Copenhague. **Les émotions,** étude psycho-physiologique, traduit par G. DUMAS. 1895.
LAUGEL (Auguste). **L'Optique et les Arts.**
— * **Les Problèmes de la vie.**
— * **Les Problèmes de l'âme.**
— * **La Voix, l'Oreille et la Musique.** Papier vélin. 5 fr.
LEBLAIS. **Matérialisme et Spiritualisme.** Papier vélin. 5 fr.
LE BON (le Dr G.). ***Les lois psychologiques de l'évolution des peuples.** 2e édit. 1895.
— * **Psychologie des foules.** 2e édit. 1896.
LÉCHALAS. **Etude sur l'espace et le temps.** 1895.
LEFÈVRE, docteur ès lettres, agrégé de l'Université. **Obligation morale et idéalisme.** 1895.
LEMOINE (Albert). * **Le Vitalisme et l'Animisme.**
LEOPARDI. **Opuscules et Pensées,** traduit de l'italien par M. Aug. Dapples.
LEVALLOIS (Jules). **Déisme et Christianisme.**
LEVEQUE (Charles), de l'Institut. * **Le Spiritualisme dans l'art.**
LIARD, directeur de l'Enseignement supérieur. * **Les Logiciens anglais contemporains.** 3e édit.
— **Des définitions géométriques et des définitions empiriques.** 2e édit.
LOMBROSO. **L'Anthropologie criminelle** et ses récents progrès. 2e édit. 1891.
— **Nouvelles recherches d'anthropologie criminelle et de psychiatrie.** 1892.
— **Les Applications de l'anthropologie criminelle.** 1892.
LUBBOCK (Sir John). * **Le Bonheur de vivre.** 2 volumes.
LYON (Georges), maître de conférences à l'École normale. * **La Philosophie de Hobbes.** 1893.
MARIANO. **La Philosophie contemporaine en Italie.**
MARION, professeur à la Sorbonne. * **J. Locke, sa vie, son œuvre.** 2e édit.
MAUS (I.), avocat à la Cour d'appel de Bruxelles. **De la Justice pénale.**
MOSSO. * **La Peur.** Étude psycho-physiologique (avec figures).
— * **La fatigue intellectuelle et physique,** traduit de l'italien par P. LANGLOIS. 2e édit. 1896, avec grav.
NORDAU (Max). **Paradoxes psychologiques.** 2e édit. 1896.
PAULHAN (Fr.). **Les Phénomènes affectifs et les lois de leur apparition.**
— * **Joseph de Maistre et sa philosophie.** 1893.
PILO (Mario), prof. au lycée de Bellune. ***La psychologie du Beau et de l'Art.** 1895.
PIOGER (Dr Julien). **Le Monde physique,** essai de conception expérimentale. 1893.
QUEYRAT (Fr.), professeur de l'Université. * **L'imagination et ses variétés chez l'enfant.** 2e édit. 1896.
— ***L'abstraction,** son rôle dans l'éducation intellectuelle. 1894.
— **Les Caractères et l'éducation morale.** 1896.
RÉMUSAT (Charles de), de l'Académie française. * **Philosophie religieuse.**

Suite de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine,* format in-12, à 2 fr. 50 le vol.

RIBOT (Th.), professeur au Collège de France, directeur de la *Revue philosophique.* **La Philosophie de Schopenhauer.** 6e édition.
— * **Les Maladies de la mémoire.** 9e édit.
— * **Les Maladies de la volonté.** 9e édit.
— * **Les Maladies de la personnalité.** 5e édit.
— * **La Psychologie de l'attention.** 2e édit.
RICHET (Ch.). **Essai de psychologie générale** (avec figures). 2e édit.
ROBERTY (E. de). **L'Inconnaissable, sa métaphysique, sa psychologie.**
— **L'Agnosticisme.** Essai sur quelques théories pessimistes de la connaissance.
— **La Recherche de l'Unité.** 1 vol. 1893
— **Auguste Comte et Herbert Spencer,** contribution à l'histoire des idées philosophiques au XIXe siècle. 1894.
— **Le Bien et le Mal.** 1896.
ROISEL. **De la Substance.**
SAIGEY. **La Physique moderne.**
SAISSET (Émile), de l'Institut. * **L'Ame et la Vie.**
— * **Critique et Histoire de la philosophie** (fragm. et disc.).
SCHMIDT (O.). * **Les Sciences naturelles et la Philosophie de l'inconscient.**
SCHŒBEL. **Philosophie de la raison pure.** Papier vélin. 5 fr.
SCHOPENHAUER. * **Le Libre arbitre,** traduit par M. Salomon Reinach. 6e édit.
— * **Le Fondement de la morale,** traduit par M. A. Burdeau. 5e édit.
— **Pensées et Fragments,** avec intr. par M. J. Bourdeau. 13e édit.
SELDEN (Camille). **La Musique en Allemagne,** étude sur Mendelssohn.
SICILIANI (P.). **La Psychogénie moderne.**
SIGHELE. **La Foule criminelle,** essai de psychologie collective.
STRICKER. **Le Langage et la Musique,** traduit de l'allemand par M. Schwiedland.
STUART MILL. * **Auguste Comte et la Philosophie positive.** 4e édit.
— * **L'Utilitarisme.** 2e édit.
TAINE (H.), de l'Académie française. * **Philosophie de l'art dans les Pays-Bas.** 2e édit.
TARDE. **La Criminalité comparée.** 3e édition.
— * **Les Transformations du Droit.** 2e édit. 1894.
THAMIN (R.), prof. à la Faculté des lettres de Lyon. * **Éducation et positivisme.** 2e éd. 1895. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques.
THOMAS (P. Félix), prof. au lycée de Versailles, docteur ès lettres. * **La suggestion,** son rôle dans l'éducation intellectuelle. 1895.
TISSIÉ. * **Les Rêves,** avec préface du professeur Azam.
VIANNA DE LIMA. **L'Homme selon le transformisme.**
WUNDT. **Hypnotisme et suggestion.** Étude critique, traduit par M. Keller.
ZELLER. **Christian Baur et l'École de Tubingue,** traduit par M. Ritter.
ZIEGLER. **La Question sociale est une Question morale,** traduit par M. Palante. 2e éd. 1894.

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-8.

Br. à 5 fr., 7 fr. 50 et 10 fr.; Cart. angl., 1 fr. en plus par vol.; Demi-rel. en plus 2 fr. par vol.

ADAM (Ch.), professeur à la Faculté des lettres de Dijon. * **La Philosophie en France** (première moitié du XIXe siècle). 1 vol. 7 fr. 50
AGASSIZ.* **De l'Espèce et des Classifications.** 1 vol. 5 fr.
ARRÉAT. * **Psychologie du peintre.** 1 vol. 5 fr.
AUBRY (le Dr P.). **La contagion du meurtre.** 1896. 3e édit., préface de M. le docteur CORRE. 5 fr.
BAIN (Alex.). **La Logique inductive et déductive.** Traduit de l'anglais par M. G. Compayré. 2 vol. 2e édition. 20 fr.
— * **Les Sens et l'Intelligence.** 1 vol. Traduit par M. Cazelles. 2e édit. 10 fr.
— * **Les Émotions et la Volonté.** Trad. par M. Le Monnier. 1 vol. 10 fr.
BARNI (Jules). * **La Morale dans la démocratie.** 1 vol. 2e édit. 5 fr.

Suite de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*, format in-8.

BARTHÉLEMY-SAINT-HILAIRE, de l'Institut. **La Philosophie dans ses rapports avec les sciences et la religion.** 1 vol. 5 fr.
BERGSON, docteur ès lettres, professeur au lycée Henri IV. * **Essai sur les données immédiates de la conscience.** 1 vol. 3 fr. 75
BOIRAC (Émile), docteur ès lettres. * **L'idée du Phénomène.** 1894. 5 fr.
BOURDON, docteur ès lettres. * **L'expression des émotions et des tendances dans le langage.** 1 vol. 1892. 7 fr. 50
BRUNSCHWIG (E.), agrégé de philosophie. * **Spinoza.** 1894. 3 fr. 75
CARRAU (Ludovic), professeur à la Sorbonne. **La Philosophie religieuse en Angleterre,** depuis Locke jusqu'à nos jours. 1 vol. 5 fr.
CLAY (R.). * **L'Alternative,** *Contribution à la psychologie.* 2e édit. 10 fr.
COLLINS (Howard). * **La Philosophie de Herbert Spencer.** 1 vol., avec préface de M. Herbert Spencer, traduit par H. de Varigny. 2e édit. 1895. 10 fr.
CONTA (B.). **Théorie de l'ondulation universelle.** Traduction du roumain et notice biographique par D. ROSETTI TESCANU, préface de Louis BUCHNER. 1894. 3 fr. 75
CRÉPIEUX-JAMIN. **L'Écriture et le Caractère.** 3e édit. 1895. 7 fr. 50
DELBOS, professeur de philosophie au lycée Michelet. * **Le Problème moral dans la philosophie de Spinoza et dans l'histoire du spinozisme.** 1 vol. 1894. 10 fr.
DEWAULE, docteur ès lettres. * **Condillac et la Psychologie anglaise contemporaine.** 1 vol. 1892. 5 fr.
DURKHEIM, professeur à la Faculté des lettres de Bordeaux. * **De la division du travail social.** 1 vol. 1893. 7 fr. 50
FERRERO (G.). **Les lois psychologiques du symbolisme.** 1895. 5 fr.
FERRI (Louis), professeur à l'Université de Rome. **La Psychologie de l'association,** depuis Hobbes jusqu'à nos jours. 1 vol. 7 fr. 50
FLINT, professeur à l'Université d'Edimbourg. * **La Philosophie de l'histoire en Allemagne.** 1 vol. 7 fr. 50
FONSEGRIVE, professeur au lycée Buffon. * **Essai sur le libre arbitre.** Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques. 1 vol. 2e éd. 1895. 10 fr.
FOUILLÉE (Alf.), de l'Institut. * **La Liberté et le Déterminisme.** 1 vol. 2e édit. 7 fr. 50
— **Critique des systèmes de morale contemporains.** 1 vol. 2e éd. 7 fr. 50
— * **La Morale, l'Art, la Religion, d'après Guyau.** 1 vol. 2e édit. 3 fr. 75
— **L'Avenir de la Métaphysique fondée sur l'expérience.** 1 vol. 5 fr.
— * **L'Évolutionnisme des idées-forces.** 1 vol. 7 fr. 50
— * **La Psychologie des idées-forces.** 2 vol. 1893. 15 fr.
— * **Tempérament et caractère,** suivant les individus, les sexes et les races. 1895. 7 fr. 50
— **Le Mouvement positiviste et la conception sociologique du monde.** 1896. 7 fr. 50
— **Le Mouvement idéaliste et la réaction contre la science positive.** 1896. 7 fr. 50
FRANCK (A.), de l'Institut. **Philosophie du droit civil.** 1 vol. 5 fr.
GAROFALO, agrégé de l'Université de Naples. **La Criminologie.** 1 vol. 4e édit. 7 fr. 50.
— **La superstition socialiste.** 1895. 5 fr.
GREEF (de), prof. à la nouvelle Université libre de Bruxelles. **Le transformisme social.** Essai sur le progrès et le regrès des sociétés. 1895. 7 fr. 50
GODFERNAUX (A.), docteur ès lettres. * **Le sentiment et la pensée** et leurs principaux aspects physiologiques. 1894. 5 fr.
GURNEY, MYERS et PODMORE. **Les Hallucinations télépathiques,** traduit et abrégé des « *Phantasms of The Living* » par L. MARILLIER, préf. de CH. RICHET. 1 vol. 2e éd. 7 fr. 50
GUYAU (M.). * **La Morale anglaise contemporaine.** 1 vol. 4e édit. 7 fr. 50
— **Les Problèmes de l'esthétique contemporaine.** 1 vol. 5 fr.
— **Esquisse d'une morale sans obligation ni sanction.** 1 vol. 2e édit. 1893. 5 fr.
— **L'Irréligion de l'avenir,** étude de sociologie. 1 vol. 3e édit. 7 fr. 50
— * **L'Art au point de vue sociologique.** 1 vol. 7 fr. 50
— * **Hérédité et Education,** étude sociologique. 1 vol. 2e édit. 5 fr.
HERBERT SPENCER. * **Les Premiers principes.** Traduit par M. Cazelles. 1 vol. 10 fr.
— * **Principes de biologie.** Traduit par M. Cazelles. 2 vol. 20 fr.
— * **Principes de psychologie.** Trad. par MM. Ribot et Espinas. 2 vol. 20 fr.

Suite de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*, format in-8.

HERBERT SPENCER. * **Principes de sociologie.** 4 vol., traduits par MM. Cazelles et Gerschel :
Tome I. 10 fr. — Tome II. 7 fr. 50. — Tome III. 15 fr. — Tome IV. 3 fr. 75
— * **Essais sur le progrès.** Traduit par M. A. Burdeau. 1 vol. 5ᵉ édit. 7 fr. 50
— **Essais de politique.** Traduit par M. A. Burdeau. 1 vol. 3ᵉ édit. 7 fr. 50
— **Essais scientifiques.** Traduit par M. A. Burdeau. 1 vol. 2ᵉ édit. 7 fr. 50
— * **De l'Education physique, intellectuelle et morale.** 1 vol. 9ᵉ édit. 5 fr. (Voy. p. 2, 18 et 19.)

HIRTH (G.). * **Physiologie de l'Art.** Trad. et introd. de M. L. ARRÉAT. 1 vol. 5 fr.

HUXLEY, de la Société royale de Londres. * **Hume, sa vie, sa philosophie.** Traduit de l'anglais et précédé d'une introduction par M. G. COMPAYRÉ. 1 vol. 5 fr.

IZOULET (J.), docteur ès lettres. * **La Cité moderne,** métaphysique de la sociologie. 2ᵉ édit. 1895. 10 fr.

JANET (Paul), de l'Institut. * **Les Causes finales.** 1 vol. 3ᵉ édit. 10 fr.
— * **Histoire de la science politique dans ses rapports avec la morale.** 2 forts vol. 3ᵉ édit., revue, remaniée et considérablement augmentée. 20 fr.
— * **Victor Cousin et son œuvre.** 1 vol. 3ᵉ édition. 7 fr. 50

JANET (Pierre), professeur au collège Rollin. * **L'Automatisme psychologique,** essai sur les formes inférieures de l'activité mentale. 1 vol. 2ᵉ édit. 1894. 7 fr. 50

JAURÈS (J.), docteur ès lettres, député. **De la réalité du Monde sensible.** 1 vol. 1892. 7 fr. 50

LANG (A.). * **Mythes, Cultes et Religion.** Traduit par MM. MARILLIER et DURR, introduction de MARILLIER. 1896. 10 fr.

LAUGEL (Auguste). * **Les Problèmes** (Problèmes de la nature, problèmes de la vie, problèmes de l'âme). 1 vol. 7 fr. 50

LAVELEYE (de), correspondant de l'Institut. * **De la Propriété et de ses formes primitives.** 1 vol. 4ᵉ édit. revue et augmentée. 10 fr.
— * **Le Gouvernement dans la démocratie.** 2 vol. 3ᵉ édit. 1896. 15 fr.

LÉVY-BRUHL. * **La Philosophie de Jacobi.** 1894. 5 fr.

LIARD, directeur de l'enseignement supérieur. * **Descartes.** 1 vol. 5 fr.
— * **La Science positive et la Métaphysique.** 1 vol. 2ᵉ édit. 7 fr. 50

LOMBROSO. * **L'Homme criminel** (criminel-né, fou-moral, épileptique), précédé d'une préface de M. le docteur LETOURNEAU. 3ᵉ éd. 2 vol. et atlas. 1895. 36 fr.
— * **L'Homme de génie,** traduit sur la 8ᵉ édition italienne par FR. COLONNA D'ISTRIA, et précédé d'une préface de M. CH. RICHET. 1 vol. avec 11 pl. hors texte. 10 fr.

LOMBROSO ET FERRERO. **La Femme criminelle et la prostituée.** 1 vol. in-8ᵒ avec planches hors texte. 1896. 15 fr.

LOMBROSO et LASCHI. **Le Crime politique et les Révolutions.** 2 vol. avec planches hors texte. 15 fr.

LYON (Georges), maître de conférences à l'École normale supérieure. * **L'Idéalisme en Angleterre au XVIIIᵉ siècle.** 1 vol. 7 fr. 50

MARION (H.), professeur à la Sorbonne. * **De la Solidarité morale.** Essai de psychologie appliquée. 1 vol. 4ᵉ édit. 1895. 5 fr.

MARTIN (Fr.), docteur ès lettres. **La perception extérieure et la science positive,** essai de philosophie des sciences. 1894. 5 fr.

MATTHEW ARNOLD. **La Crise religieuse.** 1 vol. 7 fr. 50

MAUDSLEY. * **La Pathologie de l'esprit.** 1 vol. Trad. de l'ang. par M. Germont. 10 fr.

MILHAUD (G.), docteur ès lettres. **Essai sur les conditions et les limites de la certitude logique.** 1894. 3 fr. 75

NAVILLE (E.), correspond. de l'Institut. **La physique moderne.** 1 vol. 2ᵉ édit. 5 fr.
— * **La Logique de l'hypothèse.** 2ᵉ édit. 5 fr.
— * **La définition de la philosophie.** 1894. 5 fr.

NORDAU (Max). * **Dégénérescence,** traduit de l'allemand par Aug. Dietrich. 4ᵉ éd. 1896. Tome I. 7 fr. 50. Tome II. 10 fr.

NOVICOW. **Les Luttes entre Sociétés humaines** et leurs phases successives. 1 vol. 1893. 10 fr.
— * **Les gaspillages des sociétés modernes.** 1894. 5 fr.

OLDENBERG, professeur à l'Université de Kiel. * **Le Bouddha, sa Vie, sa Doctrine, sa Communauté,** trad. par P. Foucher. Préf. de Lucien Lévy. 1 vol. 1894. 7 fr. 50

PAULHAN (Fr.). **L'Activité mentale et les Éléments de l'esprit.** 1 vol. 10 fr.
— **Les types intellectuels : esprits logiques et esprits faux.** 1896. 7 fr. 50

Suite de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*, format in-8.

PAYOT (J.), agrégé de philosophie, docteur ès lettres. * **L'Éducation de la volonté.** 1 vol. 5e édit. 1896. 5 fr.
— **De la croyance.** 1896. 5 fr.
PÉREZ (Bernard). **Les Trois premières années de l'enfant.** 1 vol. 5e édit. 5 fr.
— **L'Enfant de trois à sept ans.** 1 vol. 3e édit. 5 fr.
— **L'Éducation morale dès le berceau.** 1 vol. 3e édit. 1896. 5 fr.
— **Le Caractère, de l'enfant à l'homme.** 1 vol. 5 fr.
PICAVET (E.), maître de conférences à l'École des hautes études. * **Les Idéologues,** essai sur l'histoire des idées, des théories scientifiques, philosophiques, religieuses, etc., en France, depuis 1789. 1 vol. (Ouvr. couronné par l'Académie française.) 10 fr.
PIDERIT. **La Mimique et la Physiognomonie.** Trad. de l'allemand par M. Girot. 1 vol., avec 95 figures dans le texte. 5 fr.
PILLON (F.), ancien réd. de la *Critique philosophique*. ***L'Année philosophique,** 6 années, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894 et 1895. 6 vol. Chaque vol. séparément. 5 fr.
PIOGER (J.). **La Vie et la Pensée,** essai de conception expérimentale. 1894. 1 v. 5 fr.
— **La vie sociale, la morale et le progrès.** 1894. 5 fr.
PREYER, prof. à l'Université de Berlin. **Éléments de physiologie.** 5 fr.
— * **L'Ame de l'enfant.** Observations sur le développement psychique des premières années. 1 vol., traduit de l'allemand par M. H.-C. de Varigny. 10 fr.
PROAL. * **Le Crime et la Peine.** 1 vol. 2e édit. 1894. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques. 10 fr.
— * **La criminalité politique.** 1895. 5 fr.
RIBOT (Th.), prof. au Collège de France, dir. de la *Revue philosophique*. ***L'Hérédité psychologique.** 1 vol. 5e édit. 7 fr. 50
— * **La Psychologie anglaise contemporaine.** 1 vol. 3e édit. 7 fr. 50
— * **La Psychologie allemande contemporaine.** 1 vol. 2e éd. 7 fr. 50
— **La psychologie des sentiments.** 1896. 7 fr. 50
RICARDOU (A.), docteur ès lettres. * **De l'Idéal,** étude philosophique. 1 vol. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques. 5 fr.
RICHET (Ch.), professeur à la Faculté de médecine de Paris. **L'Homme et l'Intelligence.** Fragments de psychologie et de physiologie. 1 vol. 2e édit. 10 fr.
ROBERTY (E. de). **L'Ancienne et la Nouvelle philosophie.** 1 vol. 7 fr. 50
— * **La Philosophie du siècle** (positivisme, criticisme, évolutionnisme). 1 vol. 5 fr.
ROMANES. * **L'Évolution mentale chez l'homme.** 1 vol. 7 fr. 50
SAIGEY (E.). ***Les Sciences au XVIIIe siècle.** **La Physique de Voltaire.** 1 vol. 5 fr.
SCHOPENHAUER. **Aphorismes sur la sagesse dans la vie.** 3e édit. Traduit par M. Cantacuzène. 1 vol. 5 fr.
— * **De la Quadruple racine du principe de la raison suffisante,** suivi d'une *Histoire de la doctrine de l'idéal et du réel.* Trad. par M. Cantacuzène. 1 vol. 5 fr.
— * **Le Monde comme volonté et comme représentation.** Traduit par M. A. Burdeau. 3 vol. Chacun séparément. 7 fr. 50
SERGI, professeur à l'Université de Rome. **La Psychologie physiologique,** traduit de l'italien par M. Mouton. 1 vol. avec figures. 7 fr. 50
SOLLIER (Dr P.). ***Psychologie de l'idiot et de l'imbécile.** 1 vol. 5 fr.
SOURIAU (Paul), professeur à la Faculté des lettres de Nancy. **L'Esthétique du mouvement.** 1 vol. 5 fr.
— * **La suggestion dans l'art.** 1 vol. 5 fr.
STUART MILL. * **Mes Mémoires.** Histoire de ma vie et de mes idées. 1 vol. 3e édit. 5 fr.
— * **Système de logique déductive et inductive.** 4e édit. 2 vol. 20 fr.
— * **Essais sur la religion.** 2e édit. 1 vol. 5 fr. (Voy. p. 3.)
SULLY (James). **Le Pessimisme.** Traduit de l'anglais par MM. Bertrand et Gérard. 1 vol. 2e édit. 7 fr. 50
TARDE (G.). * **La logique sociale.** 1895. 7 fr. 50
— * **Les lois de l'imitation.** 2e édit. 1895. 7 fr. 50
THOUVEREZ (Émile), agrégé de l'Université, docteur ès lettres. **Le Réalisme métaphysique.** 1894. 5 fr.
VACHEROT (Et.), de l'Institut. * **Essais de philosophie critique.** 1 vol. 7 fr. 50
— **La Religion.** 1 vol. 7 fr. 50
WUNDT. **Eléments de psychologie physiologique.** 2 vol. avec figures. 20 fr.

COLLECTION HISTORIQUE DES GRANDS PHILOSOPHES

PHILOSOPHIE ANCIENNE

ARISTOTE (Œuvres d'), traduction de J. Barthélemy-Saint-Hilaire, de l'Institut.

— **Psychologie** (Opuscules), avec notes. 1 vol. in-8....... 10 fr.

— * **Rhétorique**, avec notes. 2 vol. in-8.................... 16 fr.

— * **Politique**. 1 v. in-8... 10 fr.

— **La Métaphysique d'Aristote**. 3 vol. in-8. .... 30 fr.

— **De la Logique d'Aristote**, par M. Barthélemy-Saint-Hilaire. 2 vol. in-8............. 10 fr.

— **Table alphabétique des matières de la traduction générale d'Aristote**, par M. Barthélemy-Saint-Hilaire, 2 forts vol. in-8. 1892 .... 30 fr.

— **L'Esthétique d'Aristote**, par M. Bénard. 1 vol. in-8. 1889. 5 fr.

SOCRATE. * **La Philosophie de Socrate**, par Alf. Fouillée. 2 vol. in-8 .... 16 fr.

— **Le Procès de Socrate**. Examen des thèses socratiques, par G. Sorel. 1 vol. in-8............ 3 fr. 50

PLATON. **Études sur la Dialectique dans Platon et dans Hegel**, par Paul Janet. 1 vol. in-8. 6 fr.

— **Platon et Aristote**, par Van der Rest. 1 vol. in-8....... 10 fr.

— * **Platon, sa philosophie**, précédé d'un aperçu de sa vie et de ses œuvres, par Ch. Bénard. 1 vol. in-8. 1893............ 10 fr.

— **La Théorie platonicienne des Sciences**, par Élie Halévy, agrégé de l'Université. 1 vol. in-8. 1895.................. 5 fr.

ÉPICURE.* **La Morale d'Épicure** et ses rapports avec les doctrines contemporaines, par M. Guyau. 1 volume in-8. 3e édit...... 7 fr. 50

BÉNARD. **La Philosophie ancienne**, histoire de ses systèmes. 1re partie : *La Philosophie et la Sagesse orientales. — La Philosophie grecque avant Socrate. — Socrate et les socratiques. — Etudes sur les sophistes grecs*. 1 v. in-8...... 9 fr.

FABRE (Joseph). * **Histoire de la philosophie, antiquité et moyen âge**. 1 vol. in-18. .... 3 fr. 50

FAVRE (Mme Jules), née Velten. **La Morale des stoïciens**. 1 volume in-18 .... 3 fr. 50

— **La Morale de Socrate**. 1 vol. in-18.................. 3 fr. 50

— **La Morale d'Aristote**. 1 vol. in-18 .... 3 fr. 50

OGEREAU. **Essai sur le système philosophique des stoïciens**. 1 vol. in-8. .... 5 fr.

RODIER (G.), docteur ès lettres. * **La Physique de Straton de Lampsaque**. 1 vol. in-8...... 3 fr.

TANNERY (Paul), professeur suppléant au Collège de France. **Pour l'histoire de la science hellène** (de Thalès à Empédocle). 1 v. in-8. 1887............... 7 fr. 50

MILHAUD (G.).* **Les origines de la science grecque**. 1 vol. in-8. 1893.................. 5 fr.

PHILOSOPHIE MODERNE

LEIBNIZ. * **Leibniz et Pierre le Grand**, par Foucher de Careil. 1 vol. in-8.............. 2 fr.

— **Leibniz et les deux Sophie**, par Foucher de Careil. In-8. 2 fr.

*DESCARTES, par L. Liard. 1 v. in-8. 5 f.

— **Essai sur l'Esthétique de Descartes**, par Krantz, doyen de la Faculté des lettres de Nancy. 1 v. in-8 .... 6 fr.

SPINOZA. **Benedicti de Spinoza opera**, quotquot reperta sunt, recognoverunt J. Van Vloten et J.-P.-N. Land. 2 forts vol. in-8 sur papier de Hollande. .... 45 fr.

SPINOZA. **Inventaire des livres formant sa bibliothèque**, publié d'après un document inédit avec des notes biographiques et bibliographiques et une introduction par A.-J. Servaas van Rvoijen. 1 v. in-4 sur papier de Hollande....... 15 fr.

GEULINCK (Arnoldi). **Opera philosophica** recognovit J.-P.-N. Land, 3 volumes, sur papier de Hollande, gr. in-8. Chaque vol... 17 fr. 75

GASSENDI. **La Philosophie de Gassendi**, par P.-F. Thomas, docteur ès lettres, professeur au lycée de Versailles. 1 vol. in-8. 1889. 6 fr.

LOCKE. * **Sa vie et ses œuvres**, par MARION, professeur à la Sorbonne. 1 vol. in-18. 3e édition. 2 fr. 50

MALEBRANCHE. * **La Philosophie de Malebranche**, par OLLÉ-LAPRUNE, maître de conférences à l'École normale supérieure. 2 vol. in-8.................... 16 fr.

PASCAL. **Études sur le scepticisme de Pascal**, par DROZ, professeur à la Faculté des lettres à Besançon. 1 vol. in-8... 6 fr.

VOLTAIRE. **Les Sciences au XVIIIe siècle**. Voltaire physicien, par Em. SAIGEY. 1 vol. in-8. 5 fr.

FRANCK (Ad.), de l'Institut. **La Philosophie mystique en France au XVIIIe siècle**. 1 volume in-18............... 2 fr. 50

DAMIRON. **Mémoires pour servir à l'histoire de la philosophie au XVIIIe siècle**. 3 vol. in-8. 15 fr.

J.-J. ROUSSEAU. **Du Contrat social**, édition comprenant avec le texte définitif les versions primitives de l'ouvrage d'après les manuscrits de Genève et de Neuchâtel, avec introduction, par EDMOND DREYFUS-BRISAC. 1 fort volume grand in-8.................. 12 fr.

PHILOSOPHIE ÉCOSSAISE

DUGALD STEWART. * **Éléments de la philosophie de l'esprit humain**, traduits de l'anglais par L. PEISSE. 3 vol. in-12... 9 fr.

HUME. * **Sa vie et sa philosophie**, par Th. HUXLEY, trad. de l'angl. par G. COMPAYRÉ. 1 vol. in-8. 5 fr.

BACON. **Étude sur François Bacon**, par J. BARTHÉLEMY-SAINT-HILAIRE, de l'Institut. 1 vol. in-18............... 2 fr. 50

BACON. * **Philosophie de François Bacon**, par CH. ADAM, professeur à la Faculté des lettres de Dijon (ouvrage couronné par l'Institut). 1 volume in-8.. 7 fr. 50

BERKELEY. **Œuvres choisies**. *Essai d'une nouvelle théorie de la vision. Dialogues d'Hylas et de Philonoüs*. Traduit de l'anglais par MM. BEAULAVON (G.) et PARODI (D.), agrégés de l'Université. 1895. 1 vol. in-8.................. 5 fr.

PHILOSOPHIE ALLEMANDE

KANT. **La Critique de la raison pratique**, traduction nouvelle avec introduction et notes, par M. PICAVET. 1 vol. in-8. .... 6 fr.

— **Éclaircissements sur la Critique de la raison pure**, trad. par M. J. TISSOT. 1 vol. in-8. 6 fr.

— * **Principes métaphysiques de la morale**, augmentés des *Fondements de la métaphysique des mœurs*, traduct. par M. TISSOT. 1 vol. in-8............... 8 fr.

— **Doctrine de la vertu**, traduction par M. Jules BARNI. 1 vol. in-8. 8 fr.

— * **La Logique**, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 4 fr.

— * **Mélanges de logique**, traduction par M. TISSOT. 1 v. in-8. 6 fr.

— * **Prolégomènes à toute métaphysique future** qui se présentera comme science, traduction de M. TISSOT. 1 vol. in-8... 6 fr.

— * **Anthropologie**, suivie de divers fragments relatifs aux rapports du physique et du moral de l'homme, et du commerce des esprits d'un monde à l'autre, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 6 fr.

KANT. **Traité de pédagogie**, trad. J. BARNI; préface et notes par M. Raymond THAMIN. 1 vol. in-12. 1 fr. 50

FICHTE. **Destination du savant et de l'homme de lettres**, traduit par M. NICOLAS. 1 vol. in-8.................. 3 fr.

— * **Doctrines de la science**. 1 vol. in-8.............. 9 fr.

SCHELLING. **Bruno**, ou du principe divin. 1 vol. in-8....... 3 fr. 50

HEGEL. * **Logique**. 2e édit. 2 vol. in-8.................. 14 fr.

— * **Philosophie de la nature**. 3 vol. in-8............. 25 fr.

— * **Philosophie de l'esprit**. 2 vol. in-8.................. 18 fr.

— * **Philosophie de la religion**. 2 vol. in-8............ 20 fr.

— **La Poétique**, trad. par M. Ch. BÉNARD. Extraits de Schiller, Gœthe, Jean-Paul, etc., 2 v. in-8. 12 fr.

— **Esthétique**. 2 vol. in-8, trad. par M. BÉNARD.......... 16 fr.

HEGEL. * **Antécédents de l'hégélianisme dans la philosophie française**, par E. BEAUSSIRE. 1 vol. in-18........... 2 fr. 50

— **Introduction à la philosophie de Hegel**, par VÉRA. 1 vol. in-8. 2e édit................ 6 fr. 50

HUMBOLDT (G. de). **Essai sur les limites de l'action de l'État.** in-8.................... 10 fr.

— * **La Philosophie individualiste**, étude sur G. de HUMBOLDT, par M. CHALLEMEL-LACOUR. 1 vol. in-18................. 2 fr. 50

RICHTER (Jean-Paul-Fr.). **Poétique** ou **Introduction à l'Esthétique**, trad. par ALEX. BUCHNER et LÉON DUMONT. 2 vol. in-8. 1862. 15 fr.

SCHILLER. **L'Esthétique de Schiller**, par FR. MONTARGIS. 1 vol. in-8.................. 4 fr.

STAHL. * **Le Vitalisme et l'Animisme de Stahl**, par M. Albert LEMOINE. 1 vol. in-18.... 2 fr. 50

PHILOSOPHIE ALLEMANDE CONTEMPORAINE

BUCHNER (L.). * **Le Matérialisme contemporain**, par M. Paul JANET. 4e édit. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

CHRISTIAN BAUR **et l'École de Tubingue**, par M. Ed. ZELLER. 1 vol. in-18........... 2 fr. 50

HARTMANN (E. de). **La Religion de l'avenir.** 1 vol. in-18.. 2 fr. 50

— * **Le Darwinisme**, ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

HERBART. * **Principales œuvres pédagogiques**, trad. et fondues par A. PINLOCHE. 1 v. in-8. 1894. 7 fr. 50

O. SCHMIDT. * **Les Sciences naturelles et la Philosophie de l'inconscient.** 1 v. in-18. 2 fr. 50

PIDERIT. **La Mimique et la Physiognomonie.** 1 v. in-8. 5 fr.

PREYER. **Éléments de physiologie.** 1 vol. in-8........ 5 fr.

— * **L'Ame de l'enfant.** Observations sur le développement psychique des premières années. 1 vol. in-8. 10 fr.

SCHŒBEL. **Philosophie de la raison pure.** 1 vol. in-18. 5 fr.

SCHOPENHAUER. * **Essai sur le libre arbitre.** 1 vol. in-18. 5e éd. 2 fr. 50

SCHOPENHAUER. * **Le Fondement de la morale.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **Essais et fragments**, trad. et précédé d'une Vie de Schopenhauer, par M. BOURDEAU. 1 v. in-18. 13e éd. 2 f. 50

— **Aphorismes sur la sagesse dans la vie.** 1 vol. in-8. 3e éd. 5 fr.

— * **De la quadruple racine du principe de la raison suffisante.** 1 vol. in-8....... 5 fr.

— * **Le Monde comme volonté et représentation.** 3 vol. in-8 ; chacun séparément....... 7 fr. 50

— **La Philosophie de Schopenhauer**, par M. Th. RIBOT. 1 vol. in-18. 5e édit.......... 2 fr. 50

RIBOT (Th.). * **La Psychologie allemande contemporaine.** 1 vol. in-8. 2e édit.......... 7 fr. 50

STRICKER. **Le Langage et la Musique.** 1 vol. in-18....... 2 fr. 50

WUNDT. **Psychologie physiologique.** 2 vol. in-8 avec fig. 20 fr.

— **Hypnotisme et Suggestion.** 1 vol. in-18......... 2 fr. 50

OLDENBERG. * **Le Bouddha, sa vie, sa doctrine, sa communauté.** 1 vol. in-8........... 7 fr. 50

PHILOSOPHIE ANGLAISE CONTEMPORAINE

STUART MILL. — * **Mes Mémoires.** Histoire de ma vie et de mes idées. 1 v. in-8............... 5 fr.

— * **Système de logique** déductive et inductive. 2 v. in-8. 20 fr.

— * **Auguste Comte** et la philosophie positive. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— * **L'Utilitarisme.** 1 v. in-18. 2 fr. 50

— * **Essais sur la Religion.** 1 vol. in-8. 2e édit............. 5 fr.

— **La République de 1848 et ses détracteurs**, trad. et préface de M. SADI CARNOT. 1 v. in-18. 1 fr.

— **La Philosophie de Stuart Mill**, par H. LAURET. 2 v. in-8. 6 fr.

HERBERT SPENCER. * **Les Premiers Principes.** In-8. 10 fr.

— * **Principes de biologie.** 2 forts vol. in-8. 20 fr.

— * **Principes de psychologie.** 2 vol. in-8............. 20 fr.

— * **Introduction à la science sociale.** 1 v. in-8, cart. 6e édit. 6 fr.

— * **Principes de sociologie.** 4 vol. in-8........... 36 fr. 25

— * **Classification des sciences.** 1 vol. in-18. 2e édition. 2 fr. 50

— * **De l'éducation intellectuelle, morale et physique.** 1 vol. in-8. 5e édit................. 5 fr.

HERBERT SPENCER. ***Essais sur le progrès.*** 1 vol. in-8. 2e éd. 7 fr. 50
— **Essais de politique.** 1 vol. in-8. 2e édit......... 7 fr. 50
— **Essais scientifiques.** 1 volume in-8................ 7 fr. 50
— * **Les Bases de la morale évolutionniste.** 1 v. in-8. 5e édit. 6 fr.
— **L'Individu contre l'État.** 1 vol. in-18. 4e édit......... 2 fr. 50
BAIN. ***Des sens et de l'intelligence.*** 1 vol. in-8.... 10 fr.
— **Les Émotions et la Volonté.** 1 vol. in-8............. 10 fr.
— ***La Logique inductive et déductive.*** 2 v. in-8. 2e éd... 20 fr.
— * **L'Esprit et le Corps.** 1 vol. in-8, cartonné. 4e édit .... 6 fr.
— ***La Science de l'éducation.*** 1 v. in-8, cartonné. 6e édit. 6 fr.
COLLINS (Howard).* **La Philosophie de Herbert Spencer.** 1 vol. in-8, 2e édit... .... 10 fr.
DARWIN. * **Descendance et Darwinisme**, par Oscar SCHMIDT. 1 vol. in-8, cart. 5e édit.. 6 fr.
— * **Le Darwinisme**, par E. DE HARTMANN. 1 vol. in-18.. 2 fr. 50
FERRIER. **Les Fonctions du Cerveau.** 1 vol. in-8........ 3 fr.
CHARLTON BASTIAN. ***Le Cerveau**, organe de la pensée chez l'homme et les animaux. 2 vol. in-8. 12 fr.
BAGEHOT. * **Lois scientifiques du développement des nations.** 1 vol. in-8, cart. 4e édit... 6 fr.
DRAPER***Les Conflits de la science et de la religion.*** In-8. 7e éd. 6 fr.
HOBBES***La Philosophie de Hobbes*** par G. LYON. 1 vol. in-18. 2 fr. 50
MATTHEW ARNOLD. **La Crise religieuse.** 1 vol. in-8.... 7 fr. 50
MAUDSLEY. * **Le Crime et la Folie.** 1 v. in-8, cart. 5e éd. 6 fr.
— * **La Pathologie de l'esprit.** 1 vol. in-8............ 10 fr.
FLINT. * **La Philosophie de l'histoire en Allemagne.** 1 vol. in-8.................. 7 fr. 50
RIBOT (Th.) * **La Psychologie anglaise contemporaine.** 3e édit. 1 vol. in-8........... 7 fr. 50
LIARD. * **Les Logiciens anglais contemporains.** 1 vol. in-18. 2e édit.............. 2 fr. 50
GUYAU*. **La Morale anglaise contemporaine.** 1 v. in-8. 4e éd. 7 fr. 50
HUXLEY. * **Hume, sa vie, sa philosophie.** 1 vol. in-8...... 5 fr.
JAMES SULLY. **Le Pessimisme.** 1 vol. in-8. 2e éd...... 7 fr. 50
— **Les Illusions des sens et de l'esprit.** 1 vol. in-8, cart.. 6 fr.
CARRAU (L.). **La Philosophie religieuse en Angleterre**, depuis Locke jusqu'à nos jours. 1 v. in-8. 5 fr.
LYON (Georges). **L'Idéalisme en Angleterre au XVIIIe siècle.** 1 vol. in-8........... 7 fr. 50
— **La Philosophie de Hobbes.** 1 vol. in-18.......... 2 fr. 50

PHILOSOPHIE ITALIENNE CONTEMPORAINE

SICILIANI. **La Psychogénie moderne.** 1 vol. in-18..... 2 fr. 50
ESPINAS. * **La Philosophie expérimentale en Italie**, origines, état actuel. 1 vol. in-18. 2 fr. 50
MARIANO. **La Philosophie contemporaine en Italie**, philosophie hégélienne. 1 v. in-18. 2 fr. 50
FERRI (Louis). **La Philosophie de l'association depuis Hobbes jusqu'à nos jours.** In-8. 7 fr. 50
LEOPARDI. **Opuscules et pensées.** 1 vol. in-18.......... 2 fr. 50
MOSSO. ***La Peur.*** 1 v. in-18. 2 fr. 50
— * **La fatigue intellectuelle et physique.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50
MARIO PILO.***Psychologie du beau et de l'art.*** 1 vol. in-18. 2 fr. 50
LOMBROSO. **L'Homme criminel.** 2 vol. in-8, avec atlas.. 36 fr.
— * **L'Homme de génie.** 1 vol. in-8.................. 10 fr.
LOMBROSO. **L'Anthropologie criminelle**, ses récents progrès. 1 v. in-18. 3e édit......... 2 fr. 50
— **Nouvelles observations d'anthropologie criminelle et de psychiatrie.** 1 v. in-18. 2 fr. 50
— **Applications de l'anthropologie criminelle.** In-18. 2 fr. 50
LOMBROSO et FERRERO. **La Femme criminelle.** 1 vol. in-8.. 15 fr.
LOMBROSO et LASCHI. **Le Crime politique et les révolutions.** 2 vol. in-8, avec pl. hors texte. 15 fr.
MANTEGAZZA. **La Physionomie et l'expression des sentiments.** 2e édit. 1 vol. in-8, cart... 6 fr.
SERGI. **La Psychologie physiologique.** 1 vol. in-8... 7 fr. 50
GAROFALO. **La Criminologie.** 1 volume in-8. 3e édit..... 7 fr. 50

OUVRAGES DE PHILOSOPHIE

PRESCRITS POUR L'ENSEIGNEMENT DES LYCÉES ET DES COLLÈGES

*COURS ÉLÉMENTAIRE DE PHILOSOPHIE

Suivi de Notions d'histoire de la Philosophie
et de Sujets de Dissertations donnés à la Faculté des lettres de Paris

Par Émile BOIRAC

Professeur de philosophie au lycée Condorcet.

1 vol. in-8, 9e édition, 1896. Broché, 6 fr. 50. Cartonné à l'anglaise, 7 fr. 50

*LA DISSERTATION PHILOSOPHIQUE

Choix de sujets — Plans — Développements

PRÉCÉDÉ D'UNE INTRODUCTION SUR LES RÈGLES DE LA DISSERTATION PHILOSOPHIQUE

PAR LE MÊME

1 vol. in-8. 5e édit. 1895. Broché, 6 fr. 50. Cartonné à l'anglaise, 7 fr. 50.

AUTEURS DEVANT ÊTRE EXPLIQUÉS DANS LA CLASSE DE PHILOSOPHIE

AUTEURS FRANÇAIS

Ces auteurs français sont expliqués également dans la classe de première (lettres) de l'enseignement moderne.

CONDILLAC. — **Traité des Sensations**, livre I, avec notes, par Georges LYON, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure, docteur ès lettres. 1 vol. in-12....... 1 fr. 40

DESCARTES. — **Discours sur la Méthode**, avec notes, introduction et commentaires, par V. BROCHARD, directeur des conférences de philosophie à la Sorbonne. 1 vol. in-12. 5e édition........ 1 fr. 25

DESCARTES. — **Les Principes de la philosophie**, livre I, avec notes, par LE MÊME. 1 vol. in-12, broché........ 1 fr. 25

LEIBNIZ. — **La Monadologie**, avec notes, introduction et commentaires, par D. NOLEN, ancien recteur de l'académie de Besançon. 1 vol. in-12. 2e édit........ 2 fr.

LEIBNIZ. — **Nouveaux essais sur l'entendement humain**. Avant-propos et livre I, avec notes, par Paul JANET, de l'Institut, professeur à la Sorbonne. 1 vol. in-12........ 1 fr.

MALEBRANCHE. — **De la Recherche de la vérité**, livre II (*de l'Imagination*), avec notes, par Pierre JANET, ancien élève de l'Ecole normale supérieure, professeur au collège Rollin. 1 vol. in-12........ 1 fr. 80

PASCAL. — **De l'Autorité en matière de philosophie. — De l'Esprit géométrique. — Entretien avec M. de Sacy**, avec notes, par ROBERT, professeur à la Faculté des lettres de Rennes. 1 vol. in-12. 2e édit........ 1 fr.

AUTEURS LATINS

CICÉRON. — **De natura Deorum**, livre II, avec notes, par PICAVET, agrégé de l'Université, professeur au collège Rollin. 1 vol. in-12........ 2 fr.

CICÉRON. — **De officiis**, livre I, avec notes, par E. BOIRAC, professeur agrégé au lycée Condorcet. 1 vol. in-12........ 1 fr. 40

LUCRÈCE. — **De natura rerum**, livre V, avec notes, par G. LYON, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure. 1 vol. in-12........ 1 fr. 50

SÉNÈQUE. — **Lettres à Lucilius** (les 16 premières), avec notes, par DAURIAC, ancien élève de l'Ecole normale supérieure, professeur à la Faculté des lettres de Montpellier. 1 vol. in-12. 1 fr. 25

AUTEURS GRECS

ARISTOTE. — **Morale à Nicomaque**, livre X, avec notes, par L. CARRAU, professeur à la Sorbonne. 1 vol. in-12........ 1 fr. 25

ÉPICTÈTE. — **Manuel**, avec notes, par MONTARGIS, ancien élève de l'Ecole normale supérieure, professeur de philosophie au lycée de Troyes. 1 vol. in-12........ 1 fr.

PLATON. — **La République**, livre VI, avec notes, par ESPINAS, professeur à la Sorbonne. 1 vol. in-12........ 2 fr.

XÉNOPHON. — **Mémorables**, livre I, avec notes, par PENJON, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur à la Faculté des lettres de Lille. 1 vol. in-12........ 1 fr. 25

ÉLÉMENTS DE PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE ET DE PHILOSOPHIE MORALE

Suivis de sujets de Dissertations

Mathématiques élémentaires et Première (Sciences)

Par P.-F. THOMAS, professeur de Philosophie au lycée Hoche

1 vol. in-8. Broché, 3 fr. 50 — Cartonné à l'anglaise, 4 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE D'HISTOIRE CONTEMPORAINE

Volumes in-12 brochés à 3 fr. 50. — Volumes in-8 brochés de divers prix
Cartonnage anglais, 50 cent. par vol. in-12; 1 fr. par vol. in-8.
Demi-reliure, 1 fr. 50 par vol. in-12; 2 fr. par vol. in-8.

EUROPE

SYBEL (H. de). * **Histoire de l'Europe pendant la Révolution française**, traduit de l'allemand par Mlle Dosquet. Ouvrage complet en 6 vol. in-8. 42 fr.

DEBIDOUR, inspecteur général de l'Instruction publique. * **Histoire diplomatique de l'Europe, de 1815 à 1878.** 2 vol. in-8. (Ouvrage couronné par l'Institut.) 18 fr.

FRANCE

AULARD, professeur à la Sorbonne. * **Le Culte de la Raison et le Culte de l'Être suprême**, étude historique (1793-1794). 1 vol. in-12. 3 fr. 50

— * **Études et leçons sur la Révolution française.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

BLANC (Louis). * **Histoire de Dix ans** (1830-1840). 5 vol. in-8. 25 fr.

— 25 pl. en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de Dix ans.* 6 fr.

BONDOIS (P.), agrégé de l'Université. * **Napoléon et la société de son temps** (1793-1821). 1 vol. in-8. 7 fr.

CARNOT (H.), sénateur. * **La Révolution française**, résumé historique. 1 volume in-12. Nouvelle édit. 3 fr. 50

ÉLIAS REGNAULT. **Histoire de Huit ans** (1840-1848). 3 vol. in-8. 15 fr.

— 14 planches en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de Huit ans.* 4 fr.

GAFFAREL (P.), doyen de la Faculté des lettres de Dijon. * **Les Colonies françaises.** 1 vol. in-8. 5e édit. 5 fr.

LAUGEL (A.). * **La France politique et sociale.** 1 vol. in-8. 5 fr.

ROCHAU (de). **Histoire de la Restauration.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

TAXILE DELORD. * **Histoire du second Empire** (1848-1870). 6 v. in-8. 42 fr.

WAHL, inspecteur général de l'Instruction aux colonies. * **L'Algérie.** 1 vol. in-8. 2e édit. (Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques.) 5 fr.

LANESSAN (de). **L'Expansion coloniale de la France.** Étude économique, politique et géographique sur les établissements français d'outre-mer. 1 fort vol. in-8, avec cartes. 1886. 12 fr.

— * **L'Indo-Chine française.** Étude économique, politique et administrative sur *la Cochinchine, le Cambodge, l'Annam et le Tonkin.* (Ouvrage couronné par la Société de géographie commerciale de Paris, médaille Dupleix.) 1 vol. in-8, avec 5 cartes en couleurs hors texte. 15 fr.

— **La colonisation française en Indo-Chine.** 1 vol. in-12 avec une carte de l'Indo-Chine. 1895. 3 fr. 50

SILVESTRE (J.). **L'Empire d'Annam et les Annamites**, publié sous les auspices de l'administration des colonies. 1 vol. in-12, avec 1 carte de l'Annam. 3 fr. 50

WEILL (Georges), agr. de l'Univ., doct. ès lettres. **L'École Saint-Simonienne**, son histoire, son influence jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 1896. 3 fr. 50

ANGLETERRE

BAGEHOT (W.). * **Lombard-street.** Le Marché financier en Angleterre. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

LAUGEL (Aug.). * **Lord Palmerston et lord Russel.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

SIR CORNEWAL LEWIS. * **Histoire gouvernementale de l'Angleterre depuis 1770 jusqu'à 1830.** Traduit de l'anglais. 1 vol. in-8. 7 fr.

REYNALD (H.), doyen de la Faculté des lettres d'Aix. * **Histoire de l'Angleterre** depuis la reine Anne jusqu'à nos jours. 1 volume in-12. 2e édit. 3 fr. 50

THACKERAY. * **Les Quatre George.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

ALLEMAGNE

SIMON (Ed.). * **L'Allemagne et la Russie au XIXe siècle.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

VÉRON (Eug.). * **Histoire de la Prusse**, depuis la mort de Frédéric II jusqu'à la bataille de Sadowa. 1 vol. in-12. 6e édit., augmentée d'un chapitre nouveau contenant le résumé des événements jusqu'à nos jours, par P. Bondois, professeur agrégé d'histoire au lycée Buffon. 3 fr. 50

— * **Histoire de l'Allemagne**, depuis la bataille de Sadowa jusqu'à nos jours. 1 volume in-12. 3e édition, mise au courant des événements par P. Bondois. 3 fr. 50

BOURLOTON (Ed.). * **L'Allemagne contemporaine.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

AUTRICHE-HONGRIE

ASSELINE (L.). * **Histoire de l'Autriche,** depuis la mort de Marie-Thérèse jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 3e édit. 3 fr. 50

SAYOUS (Ed.), professeur à la Faculté des lettres de Toulouse. **Histoire des Hongrois** et de leur littérature politique, de 1790 à 1815. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

ITALIE

SORIN (Élie). * **Histoire de l'Italie,** depuis 1815 jusqu'à la mort de Victor-Emmanuel. 1 vol. in-12. 1888. 3 fr. 50

GAFFAREL (P.), doyen de la Faculté des lettres de Dijon. * **Bonaparte et les Républiques italiennes** (1796-1799). 1895. 1 vol. in-8. 5 fr.

ESPAGNE

REYNALD (H.). * **Histoire de l'Espagne,** depuis la mort de Charles III jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

RUSSIE

CRÉHANGE (M.), agrégé de l'Université. * **Histoire contemporaine de la Russie,** depuis la mort de Paul Ier jusqu'à l'avènement de Nicolas II (1801-1894). 1 vol. in-12. 2e édit. 1895. 3 fr. 50

SUISSE

DAENDLIKER. * **Histoire du peuple suisse.** Trad. de l'allem. par Mme Jules FAVRE et précédé d'une Introduction de M. Jules FAVRE. 1 vol. in-8. 5 fr.

GRÈCE & TURQUIE

BÉRARD (V.), docteur ès lettres. * **La Turquie et l'Hellénisme contemporain.** (Ouvrage cour. par l'Acad. française). 1 v. in-12. 2e éd. 1895. 3 fr. 50

AMÉRIQUE

DEBERLE (Alf.). * **Histoire de l'Amérique du Sud,** depuis sa conquête jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 2e édit. 3 fr. 50

LAUGEL (Aug.). * **Les États-Unis pendant la guerre 1861-1864.** Souvenirs personnels. 1 vol. in-12, cartonné. 4 fr.

BARNI (Jules). * **Histoire des idées morales et politiques en France au XVIIIe siècle.** 2 vol. in-12. Chaque volume. 3 fr. 50

— * **Les Moralistes français au XVIIIe siècle.** 1 vol. in-12 faisant suite aux deux précédents. 3 fr. 50

BEAUSSIRE (Émile), de l'Institut. **La Guerre étrangère et la Guerre civile.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

DESPOIS (Eug.). * **Le Vandalisme révolutionnaire.** Fondations littéraires, scientifiques et artistiques de la Convention. 4e édition, précédée d'une notice sur l'auteur par M. Charles BIGOT. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

CLAMAGERAN (J.), sénateur. * **La France républicaine.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

GUÉROULT (G.). * **Le Centenaire de 1789,** évolution polit., philos., artist. et scient. de l'Europe depuis cent ans. 1 vol. in-12. 1889. 3 fr. 50

ISAMBERT (G.). **La vie à Paris pendant une année de la Révolution** (1791-1792). 1896. 3 fr. 50

LAVELEYE (E. de), correspondant de l'Institut. **Le Socialisme contemporain.** 1 vol. in-12. 9e édit. augmentée. 3 fr. 50

MARCELLIN PELLET, ancien député. **Variétés révolutionnaires.** 3 vol. in-12, précédés d'une préface de A. RANC. Chaque vol. séparém. 3 fr. 50

SPULLER (E.), sénateur, ancien ministre de l'Instruction publique. * **Figures disparues,** portraits contemporains, littéraires et politiques. 3 vol. in-12. Chacun séparément. 3 fr. 50

— **Histoire parlementaire de la deuxième République.** 1 volume in-12. 2e édit. 3 fr. 50

— * **Éducation de la démocratie.** 1 vol. in-12. 1892. 3 fr. 50

— **L'Évolution politique et sociale de l'Église.** 1 vol. in-12. 1893. 3 fr. 50

— **Hommes et choses de la Révolution.** 1 vol. in-12. 1896. 3 fr. 50

BOURDEAU (J.). * **Le Socialisme allemand et le Nihilisme russe.** 1 vol. in-12. 2e édit. 1894. 3 fr. 50

DEPASSE (Hector). **Transformations sociales.** 1894. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

— **Du Travail et de ses conditions** (Chambres et Conseils du travail). 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50

REINACH (J.), député. **Pages républicaines.** 1894. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

D'EICHTHAL (Eug.). **Souveraineté du peuple et gouvernement.** 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE DE LA FACULTÉ DES LETTRES DE PARIS

PUBLIÉE SOUS LES AUSPICES DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Les deux premiers volumes, actuellement sous presse, paraîtront dans le courant de juin.

De l'authenticité des épigrammes de Simonide, par M. Hauvette, professeur adjoint de langue et de littérature grecques à la Faculté. 1 vol. in-8.

Antinomies linguistiques, par M. Victor Henry, professeur de sanscrit et de grammaire comparée des langues indo-européennes à la Faculté. 1 vol in-8.

TRAVAUX DES FACULTÉS DE LILLE

LITTÉRATURE ET HISTOIRE

PAUL FABRE. **La polyptyque du chanoine Benoît — Etude sur un manuscrit de la bibliothèque de Cambrai**, avec une reproduction en phototypie sur papier de Hollande. 3 fr. 50

MÉDÉRIC DUFOUR. **Etude sur la constitution rythmique et métrique du drame grec.** 1re série, 4 fr.; 2e série, 2 fr. 50; 3e série, 2 fr. 50.

A. PINLOCHE. * **Principales œuvres de Herbart.** (Pédagogie générale. — Esquisse de leçons pédagogiques. — Aphorismes et extraits divers). 7 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE HISTORIQUE ET POLITIQUE

DESCHANEL (E.), sénateur, professeur au Collège de France. * **Le Peuple et la Bourgeoisie.** 1 vol. in-8. 2e édit. 5 fr.

DU CASSE. **Les Rois frères de Napoléon Ier.** 1 vol. in-8. 10 fr.

LOUIS BLANC. **Discours politiques** (1848-1881). 1 vol. in-8. 7 fr. 50

PHILIPPSON. **La Contre-révolution religieuse au XVIe siècle.** 1 vol. in-8. 10 fr.

HENRARD (P.). **Henri IV et la princesse de Condé.** 1 vol. in-8. 6 fr.

NOVICOW. **La Politique internationale.** 1 fort vol. in-8. 7 fr.

REINACH (Joseph), député. * **La France et l'Italie devant l'histoire.** 1 vol. in-8. 1893. 5 fr.

LORIA (A.). **Les Bases économiques de la constitution sociale.** 1 vol. in-8. 1893. 7 fr. 50

PUBLICATIONS HISTORIQUES ILLUSTRÉES

* **HISTOIRE ILLUSTRÉE DU SECOND EMPIRE**, par Taxile Delord. 6 vol. in-8 colombier avec 500 gravures de Ferat, Fr. Regamey, etc. Chaque vol. broché, 8 fr. — Cart. doré, tr. dorées. 11 fr. 50

HISTOIRE POPULAIRE DE LA FRANCE, depuis les origines jusqu'en 1815. — 4 vol. in-8 colombier avec 1323 gravures. Chaque vol. broché, 7 fr. 50. — Cart. toile, tr. dorées. 11 fr.

HISTOIRE CONTEMPORAINE DE LA FRANCE, depuis 1815 jusqu'à la fin de la guerre du Mexique. — 4 vol. in-8 colombier avec 1033 gravures. Chaque vol. br., 7 fr. 50. — Cart. toile, tr. dorées. 11 fr.

*De Saint-Louis à Tripoli

Par le Lac Tchad

Par le Lieutenant-Colonel **MONTEIL**

1 beau volume in-8 colombier, précédé d'une préface de M. de Vogüé, de l'Académie française, illustrations de Riou. 1895. 20 fr.

Ouvrage couronné par l'Académie française.

RECUEIL DES INSTRUCTIONS
DONNÉES
AUX AMBASSADEURS ET MINISTRES DE FRANCE
DEPUIS LES TRAITÉS DE WESTPHALIE JUSQU'A LA RÉVOLUTION FRANÇAISE

Publié sous les auspices de la Commission des archives diplomatiques au Ministère des Affaires étrangères.

Beaux volumes in-8 raisin, imprimés sur papier de Hollande.

I. — **AUTRICHE**, avec Introduction et notes, par M. Albert Sorel, de l'Académie française........ 20 fr.
II. — **SUÈDE**, avec Introduction et notes, par M. A. Geffroy, membre de l'Institut........ 20 fr.
III. — **PORTUGAL**, avec Introduction et notes, par le vicomte de Caix de Saint-Aymour........ 20 fr.
IV et V. — **POLOGNE**, avec Introd. et notes, par M. Louis Farges, 2 v. 30 fr.
VI. — **ROME**, avec Introduction et notes, par M. G. Hanotaux. 20 fr.
VII. — **BAVIÈRE, PALATINAT ET DEUX-PONTS**, avec Introduction et notes, par M. André Lebon........ 25 fr.
VIII et IX. — **RUSSIE**, avec Introduction et notes, par M. Alfred Rambaud, Professeur à la Sorbonne. 2 vol. Le 1er vol. 20 fr. Le second vol. 25 fr.
X. — **NAPLES ET PARME**, avec Introd. et notes par M. Joseph Reinach. 20 fr.
XI. — **ESPAGNE** (1649-1750), avec Introduction et notes par MM. Morel-Fatio et Léonardon (tome premier). 1 vol. in-8........ 20 fr.
XII. — **ESPAGNE** (tome second), par les mêmes (*sous presse*).
XIII. — **DANEMARK**, avec Introduction et notes, par A. Geffroy, membre de l'Institut. 1 vol. in-8. 1895........ 14 fr.

---

*INVENTAIRE ANALYTIQUE
DES
ARCHIVES DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES
PUBLIÉ
Sous les auspices de la Commission des archives diplomatiques

I. — **Correspondance politique de MM. de CASTILLON et de MARILLAC, ambassadeurs de France en Angleterre (1538-1540)**, par M. Jean Kaulek, avec la collaboration de MM. Louis Farges et Germain Lefèvre-Pontalis. 1 beau vol. in-8 raisin sur papier fort. 15 fr.
II. — **Papiers de BARTHÉLEMY, ambassadeur de France en Suisse**, de 1792 à 1797 (année 1792), par M. Jean Kaulek. 1 beau vol. in-8 raisin sur papier fort........ 15 fr.
III. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (janvier-août 1793), par M. Jean Kaulek. 1 beau vol. in-8 raisin sur papier fort........ 15 fr.
IV. — **Correspondance politique de ODET DE SELVE, ambassadeur de France en Angleterre** (1546-1549), par M. G. Lefèvre-Pontalis. 1 beau vol. in-8 raisin sur papier fort........ 15 fr.
V. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (septembre 1793 à mars 1794), par M. Jean Kaulek. 1 beau vol. in-8 raisin sur papier fort........ 18 fr.
VI. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (avril 1794 à février 1795), par M. Jean Kaulek. 1 beau vol. in-8 raisin sur papier fort........ 20 fr.
VII. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (mars 1795 à septembre 1796). *Négociations de la paix de Bâle*, par M. Jean Kaulek. 1 beau volume in-8 raisin sur papier fort........ 20 fr.

Correspondance des Deys d'Alger avec la Cour de France (1759-1833), recueillie par Eug. Plantet, attaché au Ministère des Affaires étrangères. 2 vol. in-8 raisin avec 2 planches en taille-douce hors texte. 30 fr.

Correspondance des Beys de Tunis et des Consuls de France avec la Cour (1577-1830), recueillie par Eug. Plantet, publiée sous les auspices du Ministère des Affaires étrangères. Tome I. In-8 raisin. (*Epuisé.*)
Tome II. 1 fort vol. in-8 raisin........ 20 fr.

*REVUE PHILOSOPHIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Dirigée par Th. Ribot, Professeur au Collège de France.
(21e année, 1896.)

La Revue philosophique paraît tous les mois, par livraisons de 7 feuilles grand in-8, et forme ainsi à la fin de chaque année deux forts volumes d'environ 680 pages chacun.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.
La livraison........................ 3 fr.

Les années écoulées se vendent séparément 30 francs, et par livraisons de 3 francs.

Table générale des matières contenues dans les 12 premières années (1876-1887). 1 vol. in-8................................ 3 fr.

La Revue philosophique n'est l'organe d'aucune secte, d'aucune école en particulier.

Tous les articles de fond sont signés et chaque auteur est responsable de son article. Sans professer un culte exclusif pour l'expérience, la direction, bien persuadée que rien de solide ne s'est fondé sans cet appui, lui fait la plus large part et n'accepte aucun travail qui la dédaigne.

Elle ne néglige aucune partie de la philosophie, tout en s'attachant cependant à celles qui, par leur caractère de précision relative, offrent moins de prise aux désaccords et sont plus propres à rallier toutes les écoles. La *psychologie*, avec ses auxiliaires indispensables, l'*anatomie* et la *physiologie du système nerveux*, la *pathologie mentale*, la *psychologie des races inférieures et des animaux*, les *recherches expérimentales des laboratoires*; — la *logique*; — les *théories générales fondées sur les découvertes scientifiques*; — l'*esthétique*; — les *hypothèses métaphysiques*, tels sont les principaux sujets dont elle entretient le public.

Plusieurs fois par an paraissent des *Revues générales* qui embrassent dans un travail d'ensemble les travaux récents sur une question déterminée : sociologie, morale, psychologie, linguistique, philosophie religieuse, philosophie mathématique, psycho-physique, etc.

La Revue désirant être, avant tout, un organe d'information, a publié depuis sa fondation le compte rendu de plus de quinze cents ouvrages. Pour faciliter l'étude et les recherches, ces comptes rendus sont groupés sous des rubriques spéciales : anthropologie criminelle, esthétique, métaphysique, théorie de la connaissance, histoire de la philosophie, etc., etc. Ces comptes rendus sont, autant que possible, impersonnels, notre but étant de faire connaître le mouvement philosophique contemporain dans toutes ses directions, non de lui imposer une doctrine.

En un mot par la variété de ses articles et par l'abondance de ses renseignements elle donne un tableau complet du mouvement philosophique et scientifique en Europe.

Aussi a-t-elle sa place marquée dans les bibliothèques des professeurs et de ceux qui se destinent à l'enseignement de la philosophie et des sciences ou qui s'intéressent au développement du mouvement scientifique.

---

*REVUE HISTORIQUE

Dirigée par G. MONOD

Maître de conférences à l'Ecole normale, directeur à l'École des hautes études.

(21e *année*, 1896.)

La Revue historique paraît tous les deux mois, par livraisons grand in-8 de 15 feuilles, et forme à la fin de l'année trois beaux volumes de 500 pages chacun.

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

I. Plusieurs *articles de fond*, comprenant chacun, s'il est possible, un travail complet. — II. Des *Mélanges et Variétés*, composés de documents inédits d'une étendue restreinte et de courtes notices sur des points d'histoire curieux ou mal connus. — III. Un *Bulletin historique* de la France et de l'étranger, fournissant des renseignements aussi complets que possible sur tout ce qui touche aux études historiques. — IV. Une *Analyse des publications périodiques* de la France et de l'étranger, au point de vue des études historiques. — V. Des *Comptes rendus critiques* des livres d'histoire nouveaux.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.
La livraison.. .... 6 fr.

Les années écoulées se vendent séparément 30 francs, et par fascicules de 6 francs. Les fascicules de la 1re année se vendent 9 francs.

Tables générales des matières contenues dans les quinze premières années de la Revue historique.

I. — Années 1876 à 1880. 1 vol. in-8, 3 fr. ; pour les abonnés. 1 fr. 50
II. — Années 1881 à 1885. 1 vol. in-8, 3 fr. ; pour les abonnés. 1 fr. 50
III — Années 1886 à 1890. 1 vol. in-8, 5 fr. ; pour les abonnés. 2 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE
INTERNATIONALE

Publiée sous la direction de M. Émile ALGLAVE

La *Bibliothèque scientifique internationale* est une œuvre dirigée par les auteurs mêmes, en vue des intérêts de la science, pour la populariser sous toutes ses formes, et faire connaître immédiatement dans le monde entier les idées originales, les directions nouvelles, les découvertes importantes qui se font chaque jour dans tous les pays. Chaque savant expose les idées qu'il a introduites dans la science et condense pour ainsi dire ses doctrines les plus originales.

On peut ainsi, sans quitter la France, assister et participer au mouvement des esprits en Angleterre, en Allemagne, en Amérique, en Italie, tout aussi bien que les savants mêmes de chacun de ces pays.

La *Bibliothèque scientifique internationale* ne comprend pas seulement des ouvrages consacrés aux sciences physiques et naturelles; elle aborde aussi les sciences morales, comme la philosophie, l'histoire, la politique et l'économie sociale, la haute législation, etc.; mais les livres traitant des sujets de ce genre se rattachent encore aux sciences naturelles, en leur empruntant les méthodes d'observation et d'expérience qui les ont rendues si fécondes depuis deux siècles.

Cette collection paraît à la fois en français, en anglais, en allemand et en italien : à Paris, chez Félix Alcan; à Londres, chez C. Kegan, Paul et Cie; à New-York, chez Appleton; à Leipzig, chez Brockhaus; à Milan, chez Dumolard frères.

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE D'APPARITION

83 VOLUMES IN-8, CARTONNÉS A L'ANGLAISE. CHAQUE VOLUME : 6 FRANCS.

1. J. TYNDALL. * **Les Glaciers et les Transformations de l'eau**, avec figures. 1 vol. in-8. 6e édition. 6 fr.
2. BAGEHOT. * **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.
3. MAREY. * **La Machine animale**, locomotion terrestre et aérienne, avec de nombreuses fig. 1 vol. in-8. 5e édit. augmentée. 6 fr.
4. BAIN. * **L'Esprit et le Corps**. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.
5. PETTIGREW. * **La Locomotion chez les animaux**, marche, natation. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.
6. HERBERT SPENCER. * **La Science sociale**. 1 v. in-8. 11e édit. 6 fr.
7. SCHMIDT (O.). * **La Descendance de l'homme et le Darwinisme**. 1 vol. in-8, avec fig. 6e édition. 6 fr.
8. MAUDSLEY. * **Le Crime et la Folie**. 1 vol. in-8. 6e édit. 6 fr.
9. VAN BENEDEN. * **Les Commensaux et les Parasites dans le règne animal**. 1 vol. in-8, avec figures. 3e édit. 6 fr.
10. BALFOUR STEWART. * **La Conservation de l'énergie**, suivi d'une Étude sur la *nature de la force*, par M. P. de SAINT-ROBERT, avec figures. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.
11. DRAPER. **Les Conflits de la science et de la religion**. 1 vol. in-8. 9e édition. 6 fr.
12. L. DUMONT. * **Théorie scientifique de la sensibilité**. 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.
13. SCHUTZENBERGER. * **Les Fermentations**. 1 vol. in-8. avec fig. 6e édit. 6 fr.
14. WHITNEY. * **La Vie du langage**. 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.

15. COOKE et BERKELEY. * **Les Champignons**. 1 vol. in-8, avec figures. 4e édition. 6 fr.
16. BERNSTEIN. * **Les Sens**. 1 vol. in-8, avec 91 fig. 5e édit. 6 fr.
17. BERTHELOT. * **La Synthèse chimique**. 1 vol. in-8. 7e édit. 6 fr.
18. VOGEL. * **La Photographie et la Chimie de la lumière**, avec 95 figures. 1 vol. in-8. 4e édition. *Épuisé.*
19. LUYS. * **Le Cerveau et ses fonctions**, avec figures. 1 vol. in-8. 7e édition. 6 fr.
20. STANLEY JEVONS. * **La Monnaie et le Mécanisme de l'échange**. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.
21. FUCHS. * **Les Volcans et les Tremblements de terre**. 1 vol. in-8, avec figures et une carte en couleur. 5e édition. 6 fr.
22. GÉNÉRAL BRIALMONT. * **Les Camps retranchés et leur rôle dans la défense des États**, avec fig. dans le texte et 2 planches hors texte. 3e édit. 6 fr.
23. DE QUATREFAGES. * **L'Espèce humaine**. 1 v. in-8. 11e édit. 6 fr.
24. BLASERNA et HELMHOLTZ. * **Le Son et la Musique**. 1 vol. in-8, avec figures. 5e édition. 6 fr.
25. ROSENTHAL. * **Les Nerfs et les Muscles**. 1 vol. in-8, avec 75 figures. 3e édition. *Épuisé.*
26. BRUCKE et HELMHOLTZ. * **Principes scientifiques des beaux-arts**. 1 vol. in-8, avec 39 figures. 4e édition. 6 fr.
27. WURTZ. * **La Théorie atomique**. 1 vol. in-8. 6e édition. 6 fr.
28-29. SECCHI (le père). * **Les Étoiles**. 2 vol. in-8, avec 63 figures dans le texte et 17 pl. en noir et en couleur hors texte. 3e édit. 12 fr.
30. JOLY. * **L'Homme avant les métaux**. 1 vol. in-8, avec figures. 4e édition. 6 fr.
31. A. BAIN. * **La Science de l'éducation**. 1 vol. in-8. 8e édit. 6 fr.
32-33. THURSTON (R.). * **Histoire de la machine à vapeur**, précédée d'une Introduction par M. Hirsch. 2 vol. in-8, avec 140 figures dans le texte et 16 planches hors texte. 3e édition. 12 fr.
34. HARTMANN (R.). * **Les Peuples de l'Afrique**. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édition. 6 fr.
35. HERBERT SPENCER. * **Les Bases de la morale évolutionniste**. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.
36. HUXLEY. * **L'Écrevisse**, introduction à l'étude de la zoologie. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édition. 6 fr.
37. DE ROBERTY. * **De la Sociologie**. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
38. ROOD. * **Théorie scientifique des couleurs**. 1 vol. in-8, avec figures et une planche en couleur hors texte. 2e édition. 6 fr.
39. DE SAPORTA et MARION. * **L'Évolution du règne végétal** (les Cryptogames). 1 vol. in-8 avec figures. 6 fr.
40-41. CHARLTON BASTIAN. * **Le Cerveau, organe de la pensée chez l'homme et chez les animaux**. 2 vol. in-8, avec figures. 2e éd. 12 fr.
42. JAMES SULLY. * **Les Illusions des sens et de l'esprit**. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.
43. YOUNG. * **Le Soleil**. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
44. De CANDOLLE. * **L'Origine des plantes cultivées**. 4e édition. 1 vol. in-8. 6 fr.
45-46. SIR JOHN LUBBOCK. * **Fourmis, abeilles et guêpes**. Études expérimentales sur l'organisation et les mœurs des sociétés d'insectes hyménoptères. 2 vol. in-8, avec 65 figures dans le texte et 13 planches hors texte, dont 5 coloriées. 12 fr.
47. PERRIER (Edm.). **La Philosophie zoologique avant Darwin**. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
48. STALLO. * **La Matière et la Physique moderne**. 1 vol. in-8, 2e éd., précédé d'une Introduction par Ch. Friedel. 6 fr.

49. MANTEGAZZA. **La Physionomie et l'Expression des sentiments.** 1 vol. in-8. 2e édit., avec huit planches hors texte. 6 fr.
50. DE MEYER. ***Les Organes de la parole et leur emploi pour la formation des sons du langage.** 1 vol. in-8, avec 51 figures, précédé d'une Introd. par M. O. CLAVEAU. 6 fr.
51. DE LANESSAN.***Introduction à l'Étude de la botanique** (le Sapin). 1 vol. in-8, 2e édit., avec 143 figures dans le texte. 6 fr.
52-53. DE SAPORTA et MARION. ***L'Évolution du règne végétal** (les Phanérogames). 2 vol. in-8, avec 136 figures. 12 fr.
54. TROUESSART. ***Les Microbes, les Ferments et les Moisissures.** 1 vol. in-8, 2e édit., avec 107 figures dans le texte. 6 fr.
55. HARTMANN (R.).***Les Singes anthropoïdes, et leur organisation comparée à celle de l'homme.** 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
56. SCHMIDT (O.).***Les Mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques.** 1 vol. in-8 avec 51 figures. 6 fr.
57. BINET et FÉRÉ. **Le Magnétisme animal.** 1 vol. in-8. 4e éd. 6 fr.
58-59. ROMANES.* **L'Intelligence des animaux.** 2 v. in-8. 2e édit. 12 fr.
60. F. LAGRANGE. **Physiologie des exercices du corps.** 1 vol. in-8. 6e édition. 6 fr.
61. DREYFUS.* **Évolution des mondes et des sociétés.** 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.
62. DAUBRÉE. * **Les Régions invisibles du globe et des espaces célestes.** 1 vol. in-8 avec 85 fig. dans le texte. 2e éd. 6 fr.
63-64. SIR JOHN LUBBOCK. * **L'Homme préhistorique.** 2 vol. in-8, avec 228 figures dans le texte. 4e édit. 12 fr.
65. RICHET (CH.). **La Chaleur animale.** 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
66. FALSAN (A.). ***La Période glaciaire principalement en France et en Suisse.** 1 vol. in-8, avec 105 figures et 2 cartes. 6 fr.
67. BEAUNIS (H.). **Les Sensations internes.** 1 vol. in-8. 6 fr.
68. CARTAILHAC (E.). **La France préhistorique,** d'après les sépultures et les monuments. 1 vol. in-8, avec 162 figures. 2e éd. 6 fr.
69. BERTHELOT.***La Révolution chimique, Lavoisier.** 1 vol. in-8. 6 fr.
70. SIR JOHN LUBBOCK. * **Les Sens et l'instinct chez les animaux,** principalement chez les insectes. 1 vol. in-8, avec 150 figures. 6 fr.
71. STARCKE. ***La Famille primitive.** 1 vol. in-8. 6 fr.
72. ARLOING. * **Les Virus.** 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
73. TOPINARD. * **L'Homme dans la Nature.** 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
74. BINET (Alf.).* **Les Altérations de la personnalité.** 1 vol. in-8 avec figures. 6 fr.
75. DE QUATREFAGES (A.).***Darwin et ses précurseurs français.** 1 vol. in-8. 2e édition refondue. 6 fr.
76. LEFÈVRE (A.). * **Les Races et les langues.** 1 vol. in-8. 6 fr.
77-78. DE QUATREFAGES. * **Les Emules de Darwin.** 2 vol. in-8 avec préfaces de MM. E. PERRIER et HAMY. 12 fr.
79. BRUNACHE (P.).***Le Centre de l'Afrique. Autour du Tchad.** 1 vol. in-8, avec figures. 1894. 6 fr.
80. ANGOT (A.). ***Les Aurores polaires.** 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
81. JACCARD. **Le pétrole, le bitume et l'asphalte** au point de vue géologique. 1 vol. in-8 avec figures. 6 fr.
82. MEUNIER (Stan.). **La Géologie comparée.** 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
83. LE DANTEC. **Théorie nouvelle de la vie.** 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.

OUVRAGES SOUS PRESSE :

DUMESNIL. **L'hygiène de la maison.** 1 vol. in-8, avec figures.
DE LANESSAN. **Principes de colonisation.** 1 vol. in-8.
NIEWENGLOWSKI. **La photographie et la lumière.** 1 vol. in-8, avec fig.
ROCHÉ. **La Culture des mers.**
CORNIL ET VIDAL. **La microbiologie.** 1 vol. in-8, avec figures.
GUIGNET. **Poteries, verres et émaux.** 1 vol. in-8, avec figures.

LISTE PAR ORDRE DE MATIÈRES

DES 83 VOLUMES PUBLIÉS

DE LA BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Chaque volume in-8, cartonné à l'anglaise..... 6 francs.

SCIENCES SOCIALES

* **Introduction à la science sociale**, par HERBERT SPENCER. 1 vol. in-8. 10e édit. 6 fr.

* **Les Bases de la morale évolutionniste**, par HERBERT SPENCER. 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.

Les Conflits de la science et de la religion, par DRAPER, professeur à l'Université de New-York. 1 vol. in-8. 8e édit. 6 fr.

* **Le Crime et la Folie**, par H. MAUDSLEY, professeur de médecine légale à l'Université de Londres. 1 vol. in-8. 5e édit. 6 fr.

* **La Monnaie et le Mécanisme de l'échange**, par W. STANLEY JEVONS, professeur à l'Université de Londres. 1 vol. in-8. 5e édit. 6 fr.

* **La Sociologie**, par DE ROBERTY. 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.

* **La Science de l'éducation**, par Alex. BAIN, professeur à l'Université d'Aberdeen (Écosse). 1 vol. in-8. 7e édit. 6 fr.

* **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de l'hérédité et de la sélection naturelle, par W. BAGEHOT. 1 vol. in-8. 5e édit. 6 fr.

* **La Vie du langage**, par D. WHITNEY, professeur de philologie comparée à Yale-College de Boston (États-Unis). 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.

* **La Famille primitive**, par J. STARCKE, professeur à l'Université de Copenhague. 1 vol. in-8. 6 fr.

PHYSIOLOGIE

* **Les Illusions des sens et de l'esprit**, par James SULLY. 1 v. in-8. 2e édit. 6 fr.

* **La Locomotion chez les animaux** (marche, natation et vol), suivie d'une étude sur l'*Histoire de la navigation aérienne*, par J.-B. PETTIGREW, professeur au Collège royal de chirurgie d'Édimbourg (Écosse). 1 vol. in-8, avec 140 figures dans le texte. 2e édit. 6 fr.

* **La Machine animale**, par E.-J. MAREY, membre de l'Institut, prof. au Collège de France. 1 vol. in-8, avec 117 figures. 4e édit. 6 fr.

* **Les Sens**, par BERNSTEIN, professeur de physiologie à l'Université de Halle (Prusse). 1 vol. in-8, avec 91 figures dans le texte. 4e édit. 6 fr.

* **Les Organes de la parole**, par H. DE MEYER, professeur à l'Université de Zurich, traduit de l'allemand et précédé d'une introduction sur l'*Enseignement de la parole aux sourds-muets*, par O. CLAVEAU, inspecteur général des établissements de bienfaisance. 1 vol. in-8, avec 51 grav. 6 fr.

La Physionomie et l'Expression des sentiments, par P. MANTEGAZZA, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Florence. 1 vol. in-8, avec figures et 8 planches hors texte. 6 fr.

* **Physiologie des exercices du corps**, par le docteur F. LAGRANGE. 1 vol. in-8. 6e édit. Ouvrage couronné par l'Institut. 6 fr.

La Chaleur animale, par CH. RICHET, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8, avec figures dans le texte. 6 fr.

Les Sensations internes, par H. BEAUNIS, directeur du laboratoire de psychologie physiologique à la Sorbonne. 1 vol. in-8. 6 fr.

* **Les Virus**, par M. ARLOING, professeur à la Faculté de médecine de Lyon, directeur de l'école vétérinaire. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.

Théorie nouvelle de la vie, par F. LE DANTEC, docteur ès sciences, 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

* **Le Cerveau et ses fonctions**, par J. LUYS, membre de l'Académie de médecine, médecin de la Charité. 1 vol. in-8, avec fig. 7e édit. 6 fr.

* **Le Cerveau et la Pensée chez l'homme et les animaux**, par CHARLTON BASTIAN, professeur à l'Université de Londres. 2 vol. in-8, avec 184 fig. dans le texte. 2e édit. 12 fr.

* **Le Crime et la Folie**, par H. MAUDSLEY, professeur à l'Université de Londres. 1 vol. in-8. 6e édit. 6 fr.

* **L'Esprit et le Corps**, considérés au point de vue de leurs relations, suivi d'études sur les *Erreurs généralement répandues au sujet de l'esprit*, par Alex. BAIN, prof. à l'Université d'Aberdeen (Écosse). 1 v. in-8. 4e éd. 6 fr.

* **Théorie scientifique de la sensibilité** : *le Plaisir et la Peine*, par Léon DUMONT. 1 vol. in-8. 3ᵉ édit. 6 fr.
* **La Matière et la Physique moderne**, par STALLO, précédé d'une préface par M. Ch. FRIEDEL, de l'Institut. 1 vol. in-8. 2ᵉ édit. 6 fr.

Le Magnétisme animal, par Alf. BINET et Ch. FÉRÉ. 1 vol. in-8, avec figures dans le texte. 3ᵉ édit. 6 fr.

* **L'Intelligence des animaux**, par ROMANES. 2 v. in-8. 2ᵉ éd. précédée d'une préface de M. E. PERRIER, prof. au Muséum d'histoire naturelle. 12 fr.
* **L'Évolution des mondes et des sociétés**, par C. DREYFUS. 1 vol. in-8. 3ᵉ édit. 6 fr.
* **Les Altérations de la personnalité**, par Alf. BINET, directeur adjoint du laboratoire de psychologie à la Sorbonne (Hautes études). 1 vol. in-8, avec gravures. 6 fr.

ANTHROPOLOGIE

* **L'Espèce humaine**, par A. DE QUATREFAGES, de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris. 1 vol. in-8. 10ᵉ édit. 6 fr.
* **Ch. Darwin et ses précurseurs français**, par A. DE QUATREFAGES. 1 v. in-8. 2ᵉ édition. 6 fr.
* **Les Émules de Darwin**, par A. DE QUATREFAGES, avec une préface de M. EDM. PERRIER, de l'Institut, et une notice sur la vie et les travaux de l'auteur par E.-T. HAMY, de l'Institut. 2 vol. in-8. 12 fr.
* **L'Homme avant les métaux**, par N. JOLY, correspondant de l'Institut. 1 vol. in-8, avec 150 gravures. 4ᵉ édit. 6 fr.
* **Les Peuples de l'Afrique**, par R. HARTMANN, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec 93 figures dans le texte. 2ᵉ édit. 6 fr.
* **Les Singes anthropoïdes** et leur organisation comparée à celle de l'homme, par R. HARTMANN, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec 63 figures gravées sur bois. 6 fr.
* **L'Homme préhistorique**, par SIR JOHN LUBBOCK, membre de la Société royale de Londres. 2 vol. in-8, avec 228 gravures dans le texte. 3ᵉ édit. 12 fr.

La France préhistorique, par E. CARTAILHAC. 1 vol. in-8, avec 150 gravures dans le texte. 2ᵉ édit. 6 fr.

* **L'Homme dans la Nature**, par TOPINARD, ancien secrétaire général de la Société d'Anthropologie de Paris. 1 vol. in-8, avec 101 gravures. 6 fr.
* **Les Races et les Langues**, par André LEFÈVRE, professeur à l'École d'Anthropologie de Paris. 1 vol. in-8. 6 fr.
* **Le centre de l'Afrique. Autour du Tchad**, par P. BRUNACHE, administrateur à Aïn-Fezza. 1 vol. in-8 avec gravures. 6 fr.

ZOOLOGIE

* **La Descendance de l'homme et le Darwinisme**, par O. SCHMIDT, professeur à l'Université de Strasbourg. 1 vol. in-8, avec figures. 6ᵉ édit. 6 fr.
* **Les Mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques**, par O. SCHMIDT. 1 vol. in-8, avec 51 figures dans le texte. 6 fr.
* **Fourmis, Abeilles et Guêpes**, par sir JOHN LUBBOCK, membre de la Société royale de Londres. 2 vol. in-8, avec figures dans le texte, et 13 planches hors texte dont 5 coloriées. 12 fr.
* **Les Sens et l'instinct chez les animaux**, et principalement chez les insectes, par Sir JOHN LUBBOCK. 1 vol. in-8 avec grav. 6 fr.
* **L'Écrevisse**, introduction à l'étude de la zoologie, par Th.-H. HUXLEY, membre de la Société royale de Londres et de l'Institut de France, professeur d'histoire naturelle à l'École royale des mines de Londres. 1 vol. in-8, avec 82 figures dans le texte. 6 fr.
* **Les Commensaux et les Parasites** dans le règne animal, par P.-J. VAN BENEDEN, professeur à l'Université de Louvain (Belgique). 1 vol. in-8, avec 82 figures dans le texte. 3ᵉ édit. 6 fr.
* **La Philosophie zoologique avant Darwin**, par EDMOND PERRIER, de l'Institut, prof. au Muséum d'histoire naturelle de Paris. 1 vol. in-8. 2ᵉ édit. 6 fr.
* **Darwin et ses précurseurs français**, par A. de QUATREFAGES, de l'Institut. 1 vol. in-8. 2ᵉ édit. 6 fr.

BOTANIQUE — GÉOLOGIE

* **Les Champignons**, par COOKE et BERKELEY. 1 v. in-8, avec 110 fig. 4ᵉ édit. 6 fr.
* **L'Évolution du règne végétal**, par G. DE SAPORTA, corresp. de l'Institut, et MARION, corresp. de l'Institut, prof. à la Faculté des sciences de Marseille :
* I. *Les Cryptogames*. 1 vol. in-8, avec 85 figures dans le texte. 6 fr.

* II. *Les Phanérogames*. 2 vol. in-8, avec 136 fig. dans le texte. 12 fr.
* **Les Volcans et les Tremblements de terre**, par FUCHS, prof. à l'Univ. de Heidelberg. 1 vol. in-8, avec 36 fig. 5e éd. et une carte en couleur. 6 fr.
* **La Période glaciaire**, principalement en France et en Suisse, par A. FALSAN, 1 vol. in-8, avec 105 gravures et 2 cartes hors texte. 6 fr.
* **Les Régions invisibles du globe et des espaces célestes**, par A. DAUBRÉE. de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8, 2e édit., avec 89 gravures dans le texte. 6 fr.
* **Le Pétrole, le Bitume et l'Asphalte**, par M. JACCARD, professeur à l'Académie de Neuchâtel (Suisse). 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
* **L'Origine des plantes cultivées**, par A. DE CANDOLLE, correspondant de l'Institut. 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.
* **Introduction à l'étude de la botanique** (*le Sapin*), par J. DE LANESSAN, professeur à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8. 2e édit., avec figures dans le texte. 6 fr.
* **Microbes, Ferments et Moisissures**, par le docteur L. TROUESSART. 1 vol. in-8, avec 108 figures dans le texte. 2e édit. 6 fr.
La Géologie comparée, par STANISLAS MEUNIER, professeur au Muséum. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

CHIMIE

* **Les Fermentations**, par P. SCHUTZENBERGER, memb. de l'Académie de médecine, prof. de chimie au Collège de France. 1 v. in-8, avec fig. 5e édit. 6 fr.
* **La Synthèse chimique**, par M. BERTHELOT, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, prof. de chimie organique au Collège de France. 1 vol. in-8. 6e édit. 6 fr.
* **La Théorie atomique**, par Ad. WURTZ, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8. 6e édit., précédée d'une introduction sur *la Vie et les Travaux* de l'auteur, par M. Ch. FRIEDEL, de l'Institut. 6 fr.
* **La Révolution chimique** (*Lavoisier*), par M. BERTHELOT. 1 vol. in-8. 6 fr.

ASTRONOMIE — MÉCANIQUE

* **Histoire de la Machine à vapeur, de la Locomotive et des Bateaux à vapeur**, par R. THURSTON, professeur de mécanique à l'Institut technique de Hoboken, près de New-York, revue, annotée et augmentée d'une introduction par M. HIRSCH, professeur de machines à vapeur à l'École des ponts et chaussées de Paris. 2 vol. in-8, avec 160 figures dans le texte et 16 planches tirées à part. 3e édit. 12 fr.
* **Les Étoiles**, notions d'astronomie sidérale, par le P. A. SECCHI, directeur de l'Observatoire du Collège Romain. 2 vol. in-8, avec 68 figures dans le texte et 16 planches en noir et en couleurs. 2e édit. 12 fr.
* **Le Soleil**, par C.-A. YOUNG, professeur d'astronomie au Collège de New-Jersey. 1 vol. in-8, avec 87 figures. 6 fr.
* **Les Aurores polaires**, par A. ANGOT, membre du Bureau central météorologique de France. 1 vol. in-8 avec figures. 6 fr.

PHYSIQUE

* **La Conservation de l'énergie**, par BALFOUR STEWART, prof. de physique au collège Owens de Manchester (Angleterre). 1 vol. in-8 avec fig. 4e édit. 6 fr.
* **Les Glaciers et les Transformations de l'eau**, par J. TYNDALL, suivi d'une étude sur le même sujet, par HELMHOLTZ, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec figures dans le texte et 8 planches tirées à part. 5e édit. 6 fr.
* **La Matière et la Physique moderne**, par STALLO, précédé d'une préface par Ch. FRIEDEL, membre de l'Institut. 1 vol. in-8. 2e édit. 6 fr.

THÉORIE DES BEAUX-ARTS

* **Le Son et la Musique**, par P. BLASERNA, prof. à l'Université de Rome, suivi des *Causes physiologiques de l'harmonie musicale*, par H. HELMHOLTZ, prof. à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec 41 fig. 4e édit. 6 fr.
* **Principes scientifiques des Beaux-Arts**, par E. BRUCKE, professeur à l'Université de Vienne, suivi de *l'Optique et les Arts*, par HELMHOLTZ, prof. à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec fig. 4e édit. 6 fr.
* **Théorie scientifique des couleurs** et leurs applications aux arts et à l'industrie, par O. N. ROOD, professeur à Colombia-College de New-York. 1 vol. in-8, avec 130 figures et une planche en couleurs. 6 fr.

PUBLICATIONS

HISTORIQUES, PHILOSOPHIQUES ET SCIENTIFIQUES

qui ne se trouvent pas dans les collections précédentes.

AGUILERA. **L'Idée de droit en Allemagne** depuis Kant jusqu'à nos jours. 1 vol. in-8. 1892. 5 fr.
ALAUX. **Esquisse d'une philosophie de l'être**. In-8. 1 fr.
— **Les Problèmes religieux au XIXe siècle.** 1 vol. in-8. 7 fr. 50
— **Philosophie morale et politique,** in-8. 1893. 7 fr. 50
— **Théorie de l'âme humaine**. 1 vol. in-8. 1895. 10 fr. (Voy. p. 2.)
ALGLAVE. **Des Juridictions civiles chez les Romains**. 1 vol. in-8. 2 fr. 50
ALTMEYER (J.-J.). **Les Précurseurs de la réforme aux Pays-Bas.** 2 forts volumes in-8. 12 fr.
ANSIAUX (M.). **Heures de travail et salaires**, étude sur l'amélioration directe de la condition des ouvriers industriels. 1 vol. in-8. 1896. 5 fr.
ARNAUNÉ (A.). **La monnaie, le crédit et le change**. 1894. 1 vol. in-8. 7 fr.
ARRÉAT. **Une Éducation intellectuelle.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50
— **Journal d'un philosophe**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50 (Voy. p. 2 et 4.)
Autonomie et fédération. 1 vol. in-18. 1 fr.
AZAM. **Entre la raison et la folie. Les Toqués**. Gr. in-8. 1891. 1 fr.
— **Hypnotisme et double conscience**, avec préfaces et lettres de MM. PAUL BERT, CHARCOT et RIBOT. 1 vol. in-8. 1893. 9 fr.
BAETS (Abbé M. de). **Les Bases de la morale et du droit**. In-8. 6 fr.
BALFOUR STEWART et TAIT. **L'Univers invisible**. 1 vol. in-8. 7 fr.
BARBÉ (É.). **Le nabab René Madec**. Histoire diplomatique des projets de la France sur le Bengale et le Pendjab (1772-1808). 1894. 1 vol. in-8. 5 fr.
BARNI. **Les Martyrs de la libre pensée**. 1 vol. in-18. 2e édit. 3 fr. 50 (Voy. p. 4 ; KANT, p. 9 ; p. 14 et 31.)
BARTHÉLEMY-SAINT-HILAIRE. (Voy. pages 2, 5 et 8, ARISTOTE.)
— ***Victor Cousin**, sa vie, sa correspondance. 3 vol. in-8. 1895. 30 fr.
BAUTAIN (Abbé). **La Philosophie morale**. 2 vol. in-8. 12 fr.
BEAUNIS (H.). **Impressions de campagne** (1870-1871). In-18. 3 fr. 50
BEAUNIS ET BINET. **L'année psychologique**. 1re année. 1894 (épuisée), 2e année. 1895. 1 fort vol. in-8, avec gravures. 15 fr.
BÉNARD (Ch.). **Philosophie dans l'éducation classique**. In-8. 6 fr. (Voy. p. 8, ARISTOTE et PLATON; p. 9, SCHELLING et HEGEL.)
BERTAULD. **De la Méthode**. Méthode spinosiste et méthode hégélienne. 2e édition. 1891. 1 vol in-18. 3 fr. 50
— **Méthode spiritualiste**. Etude critique des preuves de l'existence de Dieu. 2e édition. 2 vol. in-18. 7 fr.
— **Esprit et liberté**. 1 vol. in-18. 1892. 3 fr. 50
BLANQUI. **Critique sociale**. 2 vol. in-18. 7 fr.
BOILLEY (P.). **La Législation internationale du travail**. In-12. 3 fr.
— **Les trois socialismes : anarchisme, collectivisme, réformisme.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50
BOUCHER (A.). **Darwinisme et socialisme**. 1890. In-8. 1 fr. 25
BOURBON DEL MONTE. **L'Homme et les animaux**. 1 vol. in-8. 5 fr.

BOURDEAU (Louis). **Théorie des sciences.** 2 vol. in-8. 20 fr.
— **Les Forces de l'industrie.** 1 vol. in-8. 5 fr.
— **La Conquête du monde animal.** In-8. 5 fr.
— **La Conquête du monde végétal.** 1893. In-8. 5 fr.
— **L'Histoire et les historiens.** 1 vol. in-8. 7 fr. 50
— * **Histoire de l'alimentation.** 1894. 1 vol. in-8. 5 fr.
BOURDET (Eug.). **Principes d'éducation positive.** In-18. 3 fr. 50
— **Vocabulaire de la philosophie positive.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50
BOUTROUX (Em.). **De l'idée de loi naturelle dans la science et la philosophie.** 1 vol. in-8. 1895. 2 fr. 50
CARDON (G.). * **Les Fondateurs de l'Université de Douai.** In-8. 10 fr.
CELLARIER (F.). **Études sur la raison.** 1 vol. in-12. 3 fr.
— **Rapports du relatif et de l'absolu.** 1 vol. in-12. 4 fr.
CLAMAGERAN. * **L'Algérie.** 3e édit. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
— **La Réaction économique et la démocratie.** 1 v. in-8. 1891. 1 fr. 25 (Voy. p. 14.)
CLAVEL (Dr). **La Morale positive.** 1 vol. in-8. 3 fr.
— **Critique et conséquences des principes de 1789.** In-18. 3 fr.
— **Les Principes au XIXe siècle.** In-18. 1 fr.
COIGNET (Mme). * **Victor Considérant, sa vie et son œuvre.** 1 vol. in-8. 1895. 2 fr.
COLLIGNON (Albert). * **Diderot, sa vie et sa correspondance.** 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50
COMBARIEU (J.). * **Les rapports de la musique et de la poésie** considérés au point de vue de l'expression. 1893. 1 vol. in-8. 7 fr. 50
CONTA. **Théorie du fatalisme.** 1 vol. in-18. 4 fr.
— **Introduction à la métaphysique.** 1 vol. in-18. 3 fr.
COSTE (Ad.). **Hygiène sociale contre le paupérisme.** In-8. 6 fr.
— **Nouvel exposé d'économie politique et de physiologie sociale.** In-18. 3 fr. 50 (Voy. p. 2 et 32.)
DAURIAC. **Croyance et réalité.** 1 vol. in-18. 1889. 3 fr. 50
— **Le Réalisme de Reid.** In-8. 1 fr.
DELBŒUF. **Examen critique de la loi psychophysique.** In-18. 3 fr. 50
— **Le Sommeil et les rêves.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50
— **De l'Étendue de l'action curative de l'hypnotisme. L'hypnotisme appliqué aux altérations de l'organe visuel.** In-8. 1 fr. 50
— **Le Magnétisme animal**, visite à l'École de Nancy. In-8. 2 fr. 50
— **Magnétiseurs et médecins.** 1 vol. in-8. 1890. 2 fr.
— **Les Fêtes de Montpellier.** In-8. 1891. 2 fr.
— **Megamicros.** 1 br. in-8. 1893. 1 fr. 50 (Voy. p. 2.)
DENEUS (Cl.). **De la réserve héréditaire des enfants** (art. 913 du Code civil). Étude historique, philosophique et économique. 1893. 1 vol. in-8. 5 fr.
DÉRAISMES (Mlle Maria). **Œuvres complètes :**
— Tome I. **France et progrès.** — **Conférences sur la noblesse.** 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50. — Tome II. **Eve dans l'humanité.** — **Les droits de l'enfant.** 1 vol. in-12. 1896. 3 fr. 50
DESCHAMPS. **La Philosophie de l'écriture.** 1 vol. in-8. 1892. 3 fr.
DESDOUITS. **La philosophie de l'inconscient.** 1893. 1 vol. in-8. 3 fr.
DIDE. * **Jules Barni, sa vie, son œuvre.** 1 v. in-18, 1891. 2 fr. 50
DOLLFUS (Ch.). **Lettres philosophiques.** In-18. 3 fr.
— **Considérations sur l'histoire.** In-8. 7 fr. 50
— **L'Ame dans les phénomènes de conscience.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50
DROZ (Numa). **Etudes et portraits politiques.** 1 vol. in-8. 1895. 7 fr. 50
— **Essais économiques.** 1 vol. in-8. 1896. 7 fr. 50
— **La démocratie fédérative et le socialisme d'État.** 1 vol. in-12. 1896. 1 fr.
DUBOST (Antonin). **Des conditions de gouvernement en France.** 1 vol. in-8. 7 fr. 50

DUBUC (P.). * **Essai sur la méthode en métaphysique.** 1 vol. in-8. 5 fr.

DUGAS (L.). * **L'amitié antique,** d'après les mœurs et les théories des philosophes. 1 vol. in-8. 1895. 7 fr. 50

DUNAN. * **Sur les formes à priori de la sensibilité.** 1 vol. in-8 5 fr.

— **Les Arguments de Zénon d'Élée contre le mouvement.** 1 br. in-8. 1 fr. 50

DU TASTA. **Le Capitaine Vallé.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DUVAL-JOUVE. **Traité de logique.** 1 vol. in-8. 6 fr.

DUVERGIER DE HAURANNE (Mme E.). **Histoire populaire de la Révolution française.** 1 vol. in-18. 4e édit. 3 fr. 50

Éléments de science sociale. 1 vol. in-18. 4e édit. 3 fr. 50

FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie.** Antiquité et Moyen âge. in-12. 3 fr. 50

FEDERICI. **Les Lois du progrès.** 2 vol. in-8. Chacun. 6 fr.

FERRIÈRE (Em.). **Les Apôtres,** essai d'histoire religieuse. 1 vol. in-12. 4 fr. 50

— **L'Ame est la fonction du cerveau.** 2 volumes in-18. 7 fr.

— **Le Paganisme des Hébreux jusqu'à la captivité de Babylone.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

— **La Matière et l'énergie.** 1 vol. in-18. 4 fr. 50

— **L'Ame et la vie.** 1 vol. in-18. 4 fr. 50

— **Les Erreurs scientifiques de la Bible.** 1 vol. in-18. 1891. 3 fr. 50

— **Les Mythes de la Bible.** 1 vol. in-18. 1893. 3 fr. 50 (Voy. p. 32.)

FERRON (de). **Théorie du progrès.** 2 vol. in-18. 7 fr.

— **De la Division du pouvoir législ. en deux Chambres.** In-8. 8 fr.

FLOURNOY. **Des phénomènes de synopsie.** In-8. 1893. 6 fr.

GAYTE (Claude). **Essai sur la croyance.** 1 vol. in-8. 3 fr.

GOBLET D'ALVIELLA. **L'Idée de Dieu,** d'après l'anthr. et l'histoire. In-8. 6 f.

GOURD. **Le Phénomène.** 1 vol. in-8. 7 fr. 50

GREEF (Guillaume de). **Introduction à la Sociologie.** 2 vol. in-8. 12 fr.

— **L'évolution des croyances et des doctrines politiques.** 1 vol. in-12. 1895. 4 fr.

GRESLAND. **Le Génie de l'homme,** libre philosophie. Gr. in-8. 7 fr.

GRIMAUX (Ed.). * **Lavoisier** (1748-1794), d'après sa correspondance et divers documents inédits. 1 vol. gr. in-8, avec gravures. 2e éd. 1896. 15 fr.

GRIVEAU (M.). **Les Éléments du beau.** Préface de M. SULLY-PRUDHOMME. In-18, avec 60 fig. 1893. 4 fr. 50

GUILLY. **La Nature et la Morale.** 1 vol. in-18. 2e édit. 2 fr. 50

GUYAU. **Vers d'un philosophe.** In-18. 3 fr. 50 (Voy. p. 2, 5, 7 et 10.)

HAURIOU (M.). **La science sociale traditionnelle.** 1 v. in-8. 1896. 7 fr. 50

HALLEUX (J.). **Les principes du positivisme contemporain,** exposé et critique. (Ouvrage récompensé par l'Institut). 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50

HIRTH (G.). **La Vue plastique, fonction de l'écorce cérébrale.** In-8. Trad. de l'allem. par L. ARRÉAT, avec grav. et 34 pl. 8 fr. (Voy. p. 6.)

— **Les localisations cérébrales en psychologie. Pourquoi sommes-nous distraits?** 1 vol. in-8. 1895. 2 fr.

HUXLEY.* **La Physiographie,** introduction à l'étude de la nature, traduit et adapté par M. G. LAMY. 1 vol. in-8. 3e éd., avec fig. 8 fr. (Voy. p. 6 et 32.)

ICARD (S.). **Paradoxes ou vérités.** 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50

JEANMAIRE. **La Personnalité dans la psychologie moderne.** In-8. 5 fr.

JOIRE. **La Population, richesse nationale; le Travail, richesse du peuple.** 1 vol. in-8. 5 fr.

JOYAU. **De l'Invention dans les arts et dans les sciences.** 1 v. in-8. 5 fr.

— **Essai sur la liberté morale.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

— **La Théorie de la grâce et la liberté morale de l'homme.** 1 vol. in-8. 2 fr. 50

JOZON (Paul). **De l'Écriture phonétique.** In-18. 3 fr. 50

KINGSFORD (A.) et MAITLAND (E.). **La Voie parfaite ou le Christ ésotérique**, précédé d'une préface d'Edouard SCHURE. 1 vol. in-8. 1892. 6 fr.

KLEFFLER (H.). **Science et conscience ou théorie de la force progressive.** 3 vol. in-8. Chacun. 4 fr.

KOVALEVSKY. **L'Ivrognerie**, ses causes, son traitement. 1 v. in-18. 1 fr. 50

LABORDE. **Les Hommes et les Actes de l'insurrection de Paris** devant la psychologie morbide. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

LAGGROND. **L'Univers, la force et la vie.** 1 vol. in-8. 2 fr. 50

LA LANDELLE (de). **Alphabet phonétique.** In-18. 2 fr. 50

LANGLOIS. **L'Homme et la Révolution.** 2 vol. in-18. 7 fr.

LAURENT (O.). **Les Universités des deux mondes.** Histoire, organisation, étudiants. 1 vol. in-12, avec gravures. 1895. 3 fr. 50

LAVELEYE (Em. de). **De l'avenir des peuples catholiques.** In-8. 25 c.

— **Lettres sur l'Italie** (1878-1879). In-18. 3 fr. 50

— **L'Afrique centrale.** 1 vol. in-12. 3 fr.

— **La Monnaie et le bimétallisme international.** 1 vol. in-18. 2e édition. 1891. 3 fr. 50

— **Essais et Études.** Première série (1861-1875). 1 vol. in-8. 7 fr. 50
Deuxième série (1875-1882). 1 vol. in-8. 7 fr. 50
(Voy. p. 6 et 14.)

LEDRU-ROLLIN. **Discours politiques et écrits divers.** 2 vol. in-8. 12 fr.

LEGOYT. **Le Suicide.** 1 vol. in-8. 8 fr.

LETAINTURIER (J.). **Le socialisme devant le bon sens.** 1894. 1 vol. in-18. 1 fr. 50

LICHTENBERGER (A.), docteur ès lettres. **Le socialisme au XVIIIe siècle.** Etudes sur les idées socialistes dans les écrivains français au XVIIIe siècle, avant la Révolution. 1 vol. in-8. 1895. 7 fr. 50

LOURBET (J.). **La femme devant la science contemporaine.** 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50

MABILLEAU (L.). ***Histoire de la philosophie atomistique.** 1 vol. in-8. 1895. Ouvrage couronné par l'Institut. 12 fr.

MAGY. **De la science et de la nature.** 1 vol. in-8. 6 fr.

MANACÉINE (Marie de). **L'anarchie passive et le comte Léon Tolstoï.** 1 vol. in-18. 2 fr.

MAINDRON (Ernest). ***L'Académie des sciences** (Histoire de l'Académie; fondation de l'Institut national; Bonaparte, membre de l'Institut). 1 beau vol. in-8 cavalier, avec 53 gravures dans le texte, portraits, plans, etc. 8 planches hors texte et 2 autographes. 12 fr.

MALON (Benoît). **Le Socialisme intégral.** Première partie : *Histoire des théories et tendances générales.* 1 vol. grand in-8, avec portrait de l'auteur. 2e éd. 1892. 6 fr. — Deuxième partie : *Des réformes possibles et des moyens pratiques.* 1 vol. grand in-8. 1892. 6 fr.

— **Précis théorique, historique et pratique de socialisme** (lundis socialistes). 1 vol. in-12. 1892. 3 fr. 50

Manuel d'hygiène athlétique (publ. de la Soc. des Sports athl.). 1895. 1 vol. in-32. 0 fr. 50

MARSAUCHE (L.). **La Confédération helvétique d'après la constitution**, préface de M. Frédéric Passy. 1 vol. in-18. 1891. 3 fr. 50

MASSERON (I.). **Danger et nécessité du socialisme.** In-18. 3 fr. 50

MENIÈRE. **Cicéron médecin.** 1 vol. in-18. 4 fr. 50

— **Les Consultations de Mme de Sévigné.** 1 vol. in-8. 3 fr.

MICHAUT (N.). **De l'imagination.** 1 vol. in-8. 5 fr.

MORIN (Miron). **Essais de critique religieuse.** 1 fort vol. in-8. 5 fr.

MORIN (Frédéric). **Politique et philosophie.** 1 v. in-18. 3 fr. 50 (V. p. 32.)

MOSSO (A.). **L'éducation physique de la jeunesse.** 1 vol. in-12, cart., préface du commandant Legros. 1895. 4 fr.

NAUDIER (Fernand). **Le socialisme et la révolution sociale.** 1894. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

NETTER (A.) **La Parole intérieure et l'âme.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50
NIVELET. **Loisirs de la vieillesse.** 1 vol. in-12. 3 fr.
— **Gall et sa doctrine.** 1 vol. in-8. 1890. 5 fr.
— **Miscellanées littéraires et scientifiques.** 1 vol. in-18. 1893. 2 fr.
NIZET. **L'Hypnotisme**, étude critique. 1 vol. in-12. 1892. 2 fr. 50
NOEL (E.). **Mémoires d'un imbécile**, préface de *Littré*. In-18. 3e éd. 3 fr. 50
NOTOVITCH. **La Liberté de la volonté.** In-18. 3 fr. 50
NOVICOW (J.). * **La Politique internationale.** 1 v. in-8. 7 fr.
— **La Question d'Alsace-Lorraine**, critique du point de vue allemand. in-8. 1895. 1 fr. (V. p. 6.)
NYS (Ernest). **Les Théories politiques et le droit international.** 1 vol. in-8. 1891. 4 fr.
PARIS (comte de). **Les Associations ouvrières en Angleterre** (Trades-unions). 1 vol. in-18. 7e édit. 1 fr. — Édition sur papier fort. 2 fr. 50
PAULHAN (Fr.). **Le Nouveau mysticisme.** 1 vol in-18. 1891. 2 fr. 50 (Voy. p. 3, 6 et 32.)
PELLETAN (Eugène). * **La Naissance d'une ville** (Royan). In-18. 1 fr. 40
— * **Jarousseau, le pasteur du désert.** 1 vol. in-18. 2 fr.
— * **Un Roi philosophe : Frédéric le Grand.** In-18. 3 fr. 50
— **Droits de l'homme.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50
— **Profession de foi du XIXe siècle.** In-12. 3 fr. 50
PELLIS (F.). **La Philosophie de la mécanique.** 1 vol. in-8. 1888. 2 fr. 50
PÉNY (le major). **La France par rapport à l'Allemagne.** Étude de géographie militaire. 1 vol. in-8. 2e édit. 6 fr.
PÉRÈS (Jean). **Du Libre arbitre.** Grand in-8. 1891. 1 fr.
PEREZ (Bernard). **Thiery Tiedmann. — Mes deux chats.** In-12. 2 fr.
— **Jacotot et sa Méthode d'émancipation intellect.** In-18. 3 fr.
— **Dictionnaire abrégé de philosophie.** 1893. in-12. 1 fr. 50
PETROZ (P.). **L'Art et la Critique en France** depuis 1822. In-18. 3 fr. 50
— **Un Critique d'art au XIXe siècle.** In-18. 1 fr. 50
— **Esquisse d'une histoire de la peinture au Musée du Louvre.** 1 vol. in-8. 1890. 5 fr.
PHILBERT (Louis). **Le Rire.** In-8. (Cour. par l'Académie française.) 7 fr. 50
PIAT (Abbé C.). **L'Intellect actif ou Du rôle de l'activité mentale dans la formation des idées.** 1 vol. in-8. 4 fr.
PICARD (Ch.). **Sémites et Aryens** (1893). In-18. 1 fr. 50
PICAVET (F.). **L'Histoire de la philosophie**, ce qu'elle a été, ce qu'elle peut être. In-8. 2 fr.
— **La Mettrie et la critique allemande.** 1889. In-8. 1 fr.
POEY. **Le Positivisme.** 1 fort vol. in-12. 4 fr. 50
— **M. Littré et Auguste Comte.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50
PORT (Célestin), de l'Institut. **La Légende de Cathelineau**, avec nombreux documents inédits ou inconnus. 1 fort vol. in-8. 1893. 5 fr.
POULLET. **La Campagne de l'Est** (1870-1871). In-8, avec cartes. 7 fr.
* **Pour et contre l'enseignement philosophique**, par MM. VANDEREM (Fernand), RIBOT (Th.), BOUTROUX (F.), MARION (H.), JANET (P.) et FOUILLÉE (A.) de l'Institut; MONOD (G.), LYON (Georges), MARILLIER (L.), CLAMADIEU (abbé), BOURDEAU (J.), LACAZE (G.), TAINE (H.), de l'Académie française. 1894. 1 vol. in-18. 2 fr.
PRINZ (Ad.). **L'organisation de la liberté et le devoir social.** 1 vol. in-8. 1895. 4 fr.
PUJO (Maurice). * **Le règne de la grâce. L'idéalisme intégral.** 1894. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
RIBOT (Paul). **Spiritualisme et Matérialisme.** 2e éd. 1 vol. in-8. 6 fr.
ROSNY (Ch. de). **La Méthode conscientielle.** 1 vol. in-8. 4 fr.

SANDERVAL (O. de). **De l'Absolu.** La loi de vie. 1 vol. in-8. 2e éd. 5 fr.
— **Kahel. Le Soudan français.** In-8 avec gravures et cartes. 8 fr.
SECRÉTAN (Ch.). **Études sociales.** 1889. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
— **Les Droits de l'humanité.** 1 vol. in-18. 1891. 3 fr. 50
— **La Croyance et la civilisation.** 1 vol. in-18. 2e édit. 1891. 3 fr. 50
— **Mon Utopie.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50
— **Le Principe de la morale.** 1 vol. in-8. 2e éd. 7 fr. 50
— **Essais de philosophie et de littérature.** 1 vol. in-12. 1896. 3 fr. 50
SERGUEYEFF. **Physiologie de la veille et du sommeil.** 2 volumes grand in-8. 1890. 20 fr.
SIEREBOIS. **Psychologie réaliste.** 1876. 1 vol. in-18. 2 fr. 50
SILVA WHITE (Arthur). **Le développement de l'Afrique.** 1894. 1 fort vol. in-8 avec 15 cartes en couleurs hors texte. 10 fr.
SOREL (Albert). **Le Traité de Paris du 20 novembre 1815.** In-8. 4 fr. 50
SPIR (A.). **Esquisses de philosophie critique.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50
STOCQUART (Emile). **Le contrat de travail**, étude de droit social et de législation internationale. 1 vol. in-12. 1895. 3 fr.
STRADA (J.). **La loi de l'histoire.** 1 vol. in-8. 1894. 5 fr.
STUART MILL (J.). **La République de 1848 et ses détracteurs.** Préface de M. SADI CARNOT. In-18. 2e éd. 1 fr. (Voy. p. 4 et 7.)
TÉNOT (Eugène). **Paris et ses fortifications** (1870-1880). 1 vol. in-8. 5 fr.
— **Les Frontières de la France** (1870-82-92). In-8. 2e éd. 9 fr.
TERQUEM (A.). **Science romaine à l'époque d'Auguste.** in-8. 3 fr.
THURY. **Le chômage moderne**, causes et remèdes. 1 v. in-12. 1895. 2 fr. 50
TIBERGHIEN. **Les Commandements de l'humanité.** 1 vol. in-18. 3 fr.
— **Enseignement et philosophie.** 1 vol. in-18. 4 fr.
— **Introduction à la philosophie.** 1 vol. in-18. 6 fr.
— **La Science de l'âme.** 1 vol. in-12. 3e édit. 6 fr.
— **Éléments de morale universelle.** In-12. 2 fr.
TISSANDIER. **Études de théodicée.** 1 vol. in-8. 4 fr.
TISSOT. **Principes de morale.** 1 vol. in-8. 6 fr. (Voy. KANT, p. 9.)
VACHEROT. **La Science et la Métaphysique.** 3 vol. in-18. 10 fr. 50 (Voy. p. 7).
VALLIER. **De l'Intention morale.** 1 vol. in-8. 3 fr. 50
VAN BIERVLIET. **Eléments de psychologie humaine.** 1 vol. in-8, avec gravures. 1895. 8 fr.
VIGOUREUX (Ch.). **L'Avenir de l'Europe** au double point de vue de la politique de sentiment et de la politique d'intérêt. 1892. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
VOITURON. **Le Libéralisme et les Idées religieuses.** In-12. 4 fr.
WEIL (Denis). **Le Droit d'association et le Droit de réunion** devant les chambres et les tribunaux. 1893. 1 vol. in-12. 3 fr. 50
— **Les Élections législatives.** Histoire de la législation et des mœurs. 1 vol. in-18. 1895. 3 fr. 50
WUARIN (L.). **Le Contribuable.** 1 vol. in-16. 3 fr. 50
WULF (M. de). **Histoire de la philosophie scolastique dans les Pays-Bas et la principauté de Liège jusqu'à la Révolution française.** In-8. 5 fr.
YUNG (Eugène). **Henri IV écrivain.** 1 vol. in-8. 5 fr.
ZIESING (Th.). **Érasme ou Salignac.** Étude sur la lettre de François Rabelais. 1 vol. gr. in-8. 4 fr.
ZOLLA (D.). **Les questions agricoles d'hier et d'aujourd'hui.** 1894, 1895. 2 vol. in-12. Chacun. 3 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE UTILE

116 VOLUMES PARUS.

Le volume de 192 pages, broché, 60 centimes.

Cartonné à l'anglaise ou en cartonnage toile dorée, 1 fr.

La plupart des titres de cette collection ont été adoptés par le *Ministère de l'Instruction publique* pour les Bibliothèques des Lycées et Collèges de garçons et de jeunes filles, celles des Ecoles normales, les Bibliothèques populaires et scolaires. Ils embrassent l'histoire, le droit, les sciences, l'économie politique, la philosophie, les arts, etc. Aussi cette collection, par son esprit vulgarisateur, son format commode et son prix modeste, justifie-t-elle son titre et rend-elle de grands services aux élèves des divers établissements et à l'instruction populaire.

Les titres adoptés par la Commission consultative des Bibliothèques des Lycées sont marqués d'un astérisque.

HISTOIRE DE FRANCE

*__Les Mérovingiens__, par BUCHEZ.

*__Les Carlovingiens__, par BUCHEZ.

Les Luttes religieuses des premiers siècles, par J. BASTIDE. 4e édit.

Les Guerres de la Réforme, par J. BASTIDE. 4e édit.

La France au moyen âge, par F. MORIN.

Jeanne d'Arc, par Fréd. LOCK.

Décadence de la monarchie française, par Eug. PELLETAN, sénateur. 4e édit.

*__La Révolution française__, par H. CARNOT (2 volumes).

*__La Défense nationale en 1792__, par P. GAFFAREL.

Napoléon Ier, par Jules BARNI.

*__Histoire de la Restauration__, par Fréd. LOCK. 3e édit.

*__Histoire de Louis-Philippe__, par Edgar ZEVORT. 2e édit.

Mœurs et Institutions de la France, par P. BONDOIS, 2 vol.

Léon Gambetta, par J. REINACH.

*__Histoire de l'armée française__, par L. BÈRE.

*__Histoire de la marine française__, par DONEAUD, 2e édit.

Histoire de la conquête de l'Algérie, par QUESNEL.

*__Les Origines de la guerre de 1870__, par Ch. DE LARIVIÈRE.

PAYS ÉTRANGERS

L'Espagne et le Portugal, par E. RAYMOND. 2e édition.

Histoire de l'Empire ottoman, par L. COLLAS. 2e édition.

*__Les Révolutions d'Angleterre__, par Eug. DESPOIS. 3e édition.

Histoire de la maison d'Autriche, par Ch. ROLLAND. 2e édition.

*__L'Europe contemporaine__ (1789-1879), par P. BONDOIS.

* __Histoire contemporaine de la Prusse__, par Alfr. DONEAUD.

Histoire contemporaine de l'Italie, par Félix HENNEGUY.

Histoire contemporaine de l'Angleterre, par A. REGNARD.

HISTOIRE ANCIENNE

*__La Grèce ancienne__, par L. COMBES. 2e édition.

L'Asie occidentale et l'Égypte, par A. OTT. 2e édition.

L'Inde et la Chine, par A. OTT.

Histoire romaine, par CREIGHTON.

L'Antiquité romaine, par WILKINS.

L'Antiquité grecque, par MAHAFFY.

GÉOGRAPHIE

*__Torrents, fleuves et canaux de la France__, par H. BLERZY.

Les Colonies anglaises, par H. BLERZY.

Les Iles du Pacifique, par le capitaine de vaisseau JOUAN (avec une carte).

* __Les Peuples de l'Afrique et de l'Amérique__, par GIRARD DE RIALLE.

Les Peuples de l'Asie et de l'Europe, par GIRARD DE RIALLE.

L'Indo-Chine française, par FAQUE.

* __Géographie physique__, par GEIKIE.

*__Continents et Océans__, par GROVE (avec figures).

* __Les Frontières de la France__, par P. GAFFAREL.

L'Afrique française, par A. JOYEUX.

* __Madagascar__, par A. MILHAUD, 2e éd.

Les grands ports de commerce, par D. BELLET.

COSMOGRAPHIE

Les Entretiens de Fontenelle sur la pluralité des mondes, par BOILLOT.

*__Le Soleil et les Étoiles__, par le P. SECCHI, BRIOT, WOLF et DELAUNAY. 2e édition.

Les Phénomènes célestes par ZURCHER et MARGOLLÉ.

A travers le ciel, par AMIGUES.

Origines et Fin des mondes, par Ch. RICHARD. 3e édition.

*__Notions d'astronomie__, par L. CATALAN.

SCIENCES APPLIQUÉES

Le Génie de la science et de l'industrie, par B. Gastineau.

* **Causeries sur la mécanique**, par Brothier. 2e édit.

Médecine populaire, par le Dr Turck.

La Médecine des accidents, par le Dr Broquère.

Les Maladies épidémiques (Hygiène et Prévention), par le Dr L. Monin.

Hygiène générale, par le Dr Cruveilhier.

L'Hygiène de la cuisine, par le Dr Laumonier.

Petit Dictionnaire des falsifications, par Dufour.

Les Mines de la France et de ses colonies, par P. Maigne.

Les Matières premières et leur emploi, par le Dr H. Genevoix.

Les Procédés industriels, du même.

La Photographie, par H. Gossin.

La Machine à vapeur, du même (avec fig.)

La Navigation aérienne, par G. Dallet.

L'Agriculture française, par A. Larbalétrier (avec figures).

* **Les Chemins de fer**, p. G. Mayer (av. fig.).

Les grands ports maritimes de commerce, par D. Bellet (avec figures).

La Culture des plantes d'appartement, par A. Larbalétrier (avec figures).

La Viticulture nouvelle, par Berget.

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

* **Télescope et Microscope**, par Zurcher et Margollé.

* **Les Phénomènes de l'atmosphère**, par Zurcher. 4e édit.

* **Histoire de l'air**, par Albert-Lévy.

Histoire de la terre, par Brothier.

Principaux faits de la chimie, par Em. Bouant (avec gravures).

* **Les Phénomènes de la mer**, par E. Margollé. 5e édit.

* **L'Homme préhistorique**, par Zaborowski. 2e édit.

Les mondes disparus, du même.

Les grands Singes, du même.

Histoire de l'eau, par Em. Bouant.

Introduction à l'étude des sciences physiques, par Morand. 5e édit.

Le Darwinisme, par E. Ferrière.

* **Géologie**, par Geikie (avec figures).

Les Migrations des animaux et le Pigeon voyageur, par Zaborowski.

Premières Notions sur les sciences, par Th. Huxley.

La Chasse et la Pêche des animaux marins, par Jouan.

Zoologie générale, par H. Beauregard.

Botanique générale, par E. Gérardin.

La vie dans les mers, par H. Coupin. (avec gravures).

PHILOSOPHIE

La Vie éternelle, par Enfantin. 2e éd.

Voltaire et Rousseau, par E. Noel. 3e éd.

Histoire populaire de la philosophie, par L. Brothier. 3e édit.

* **La Philosophie zoologique**, par Victor Meunier. 3e édit.

* **L'Origine du langage**, par Zaborowski.

* **Physiologie de l'esprit**, par Paulhan

L'Homme est-il libre? par G. Renard.

La Philosophie positive, par Robinet.

ENSEIGNEMENT. — ÉCONOMIE DOMESTIQUE

De l'Éducation, par Herbert Spencer.

La Statistique humaine de la France, par Jacques Bertillon.

Le Journal, par Hatin.

De l'Enseignement professionnel, par Corbon. 3e édit.

Les Délassements du travail, par Maurice Cristal. 2e édit.

Le Budget du foyer, par H. Leneveux.

Paris municipal, par H. Leneveux.

Histoire du travail manuel en France, par H. Leneveux.

L'Art et les Artistes en France, par Laurent Pichat, sénateur. 4e édit.

Premiers principes des beaux-arts, par J. Collier (avec gravures).

* **Économie politique**, par Stanley Jevons.

Le Patriotisme à l'école, par Jourdy, colonel d'artillerie.

Histoire du libre-échange en Angleterre, par Mongredien.

Économie rurale et agricole, par Petit.

* **La Richesse et le Bonheur**, par Ad. Coste.

* **Alcoolisme ou épargne**, par Ad. Coste.

* **L'Alcool et la lutte contre l'alcoolisme**, par les Drs Sérieux et Mathieu.

Les plantes d'appartement, de fenêtres et de balcons, par A. Larbalétrier.

DROIT

* **La Loi civile en France**, par Morin, 3e édit.

La Justice criminelle en France, par G. Jourdan. 3e édit.

L.-Imprimeries réunies, rue Mignon, 2, Paris. — 2687.

